Painel Simulador de Pneumática e Eletropneumática

FESTO

Manual de Operação, Conservação e Manutenção

Festo Didactic

Presente desde 1974 no Brasil, a Festo Didactic treina profissionais nas áreas de manutenção, projetos e engenharia de empresas de vários segmentos industriais, além de professores, instrutores e alunos de entidades educacionais como Senai, Escolas Técnicas e Universidades.

Com o treinamento voltado para a prática, a Festo Didactic garante excelente retorno sobre o investimento em treinamento e capacitação profissional, com vistas à melhoria da produtividade e da qualidade de seus clientes.

Através de uma equipe altamente qualificada, composta de engenheiros preparados tanto nas tecnologias como nas metodologias didáticas e ensino de adultos, a Festo Didactic identifica a necessidade do cliente e propõe soluções específicas, abrindo caminhos também à retransmissão desses conhecimentos, no que se refere à qualificação de mão de obra.

Além da oferta de cursos, a Festo Didactic também presta consultoria na montagem de laboratórios para entidades de ensino e centros de treinamento profissional de empresas, podendo fornecer os mais modernos equipamentos e materiais didáticos de apoio para o ensino completo da Automação Industrial, desde as áreas de Pneumática, Hidráulica, Controladores Programáveis, Manipulação e Robótica, Eletroeletrônica, Sensores e Redes de Comunicação, até sistemas integrados para Controle de Processos Contínuos, Sistemas Modulares de Produção e CIM (*Computer Integrated Manufacturing*).

Com sua experiência no Brasil e em todo o mundo, onde está presente em mais de 100 países, para qualquer que seja a necessidade de ensino ou treinamento em Automação Industrial, a Festo Didactic pode oferecer uma excelente solução, que garanta um investimento rentável e com resultados comprovados.

Consulte a Festo Didactic:

Festo Automação Ltda.
Rua Giuseppe Crespi, 76
Km 12,5 da Via Anchieta - Jardim Santa Emília
CEP 04183-080 - São Paulo - SP
Fone: (11) 5013-1616
Fax: (11) 5013-1613
email: did@festo.com.br
www.festo.com.br

Sumário

Apresentação

O painel simulador de Pneumática e Eletropneumática Festo foi especialmente desenhado para permitir a montagem rápida de circuitos de comando pneumáticos e elétricos, com vistas ao desenvolvimento de ensaios práticos que complementam o aprendizado teórico dos conceitos de Automatização Pneumática Industrial.

Trata-se de um recurso indispensável para a formação profissional, em todos os níveis de estudo: básico, técnico e acadêmico.

Todo o equipamento foi estruturado em módulos, permitindo que a Escola configure o painel simulador de acordo com o nível e aprofundamento nos estudos, dos conteúdos básicos aos avançados, conforme suas reais necessidades.

Tudo isso com a garantia da qualidade Festo, a mais de 35 anos desenvolvendo soluções para uma aprendizagem rápida e uma compreensão profunda dos conceitos, em todos os campos da automatização e da tecnologia.

Serão apresentados, a seguir, todos os dados técnicos da estrutura e de todos os módulos disponíveis para a configuração do painel simulador de Pneumática e Eletropneumática.

Serão detalhados, neste manual, os procedimentos para a correta operação e manutenção do equipamento, bem como apresentadas inúmeras sugestões de circuitos pneumáticos e elétricos que poderão ser utilizados no desenvolvimento dos ensaios práticos.

Painel

códigos	
painel	**130 21 698**
coletor	**130 24 302**
bandeja	**130 31 796**

Dimensões:

comprimento: 1200 mm

largura: 700 mm

altura: 1800 mm

A estrutura do painel é fabricada em aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento eletrostática, suportada por 4 rodízios giratórios que facilitam sua movimentação.

O painel possui um tampo duplo que permite aos alunos trabalhar simultaneamente, tanto na parte frontal quanto na traseira, agilizando a montagem dos circuitos. O tampo é fabricado em alumínio anodizado, com rasgos eqüidistantes a 50 mm, para fixação rápida dos componentes pneumáticos a serem utilizados nos ensaios.

Uma bandeja revestida de borracha facilita o apoio dos componentes a serem utilizados durante a montagem dos circuitos.

Por fim, um bastidor, montado estrategicamente na parte superior do painel, permite a distribuição e fixação rápida dos componentes eletroeletrônicos de comando, sem o uso de ferramentas.

Gaveteiro **código** **130 28 708**

Dimensões:

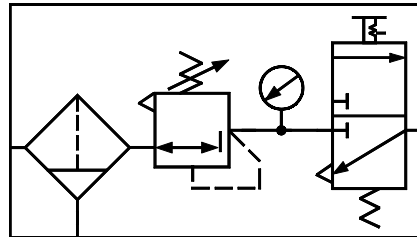
comprimento: 760 mm

Largura: 480 mm

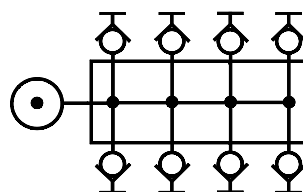
altura: 730 mm

Assim como a estrutura do painel, o gaveteiro também é construído em aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento eletrostática, sendo suportado por 4 rodízios giratórios que facilitam sua movimentação.

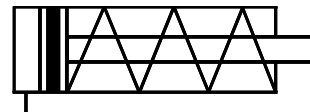
O gaveteiro possui 3 gavetas deslizantes sobre rolamentos, com fechadura de segurança, para acondicionamento dos componentes pneumáticos e elétricos.

Unidade de conservação **código 130 22 461**

Dados técnicos:

- conjunto de filtro, regulador de pressão, manômetro e válvula de fechamento
- elemento filtrante de 40 µm
- copo com proteção metálica
- dreno manual
- pressão de operação: de 0 a 12 bar
- vazão nominal: 750 lpm
- manômetro com ∅ externo de 40 mm, montado diretamente no regulador de pressão
  . escala métrica: de 0 a 16 bar
  . escala inglesa: de 0 a 220 PSI
- válvula deslizante de acionamento manual biestável
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

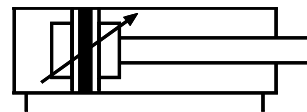
Bloco distribuidor **código 130 22 750**

Dados técnicos:

- construído em alumínio anodizado com conexões G 1/8”
- 1 entrada de ar comprimido com conexão de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 6 mm
- 8 saídas de ar comprimido com conexões de engate rápido com retenção, tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

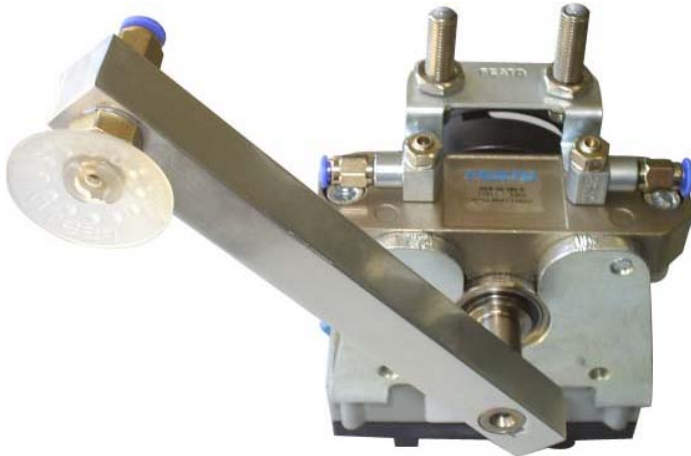
Cilindro de ação simples **código 130 22 462**

Dados técnicos:

- avanço pneumático e retorno por mola
- camisa de aço inoxidável e haste microrroletada
- êmbolo magnético para detecção por sensores sem contato físico
- came de acionamento em alumínio, montado na ponta da haste
- Dimensões:
  . diâmetro do êmbolo: 20 mm
  . diâmetro da haste: 8 mm
  . curso: 50 mm
- pressão máxima de trabalho: 10 bar
- conexão de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre bases de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Cilindro de ação dupla

código 130 22 463

Dados técnicos:

- avanço e retorno pneumáticos
- camisa de aço inoxidável e haste microrroletada
- êmbolo magnético para detecção por sensores sem contato físico
- came de acionamento em alumínio, montado na ponta da haste
- amortecimento regulável nas posições finais de curso
- Dimensões:
  . diâmetro do êmbolo: 20 mm
  . diâmetro da haste: 8 mm
  . curso: 100 mm
- pressão máxima de trabalho: 10 bar
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre bases de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Cilindro giratório **código 130 22 515**

Dados técnicos:

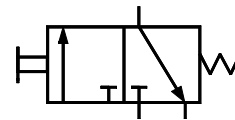
- ação dupla do tipo aleta giratória
- ângulo de giro de 0 a 184°, com regulagem contínua
- sistema de movimentação de peças, acoplado ao eixo, com ventosa para vácuo
- sensores de proximidade indutivos nas posições finais de curso
- diâmetro equivalente do atuador de 16 mm
- pressão máxima de trabalho: 8 bar
- torque de 2 Nm a 6 bar
- equipado com reguladores de fluxo nas conexões
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Indicador óptico pneumático

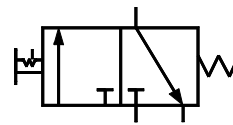
código 130 22 460

Dados técnicos:

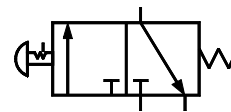
- visor com 22,5 mm de diâmetro
- faixa de pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- faixa de temperatura de trabalho: de - 10 a + 60ºC
- ângulo visual: › 180º (tridimensional)
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm

Válvula direcional de 3/2 vias NF (botão pulsador) **código 130 22 464**

Dados técnicos:

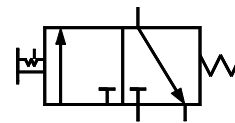
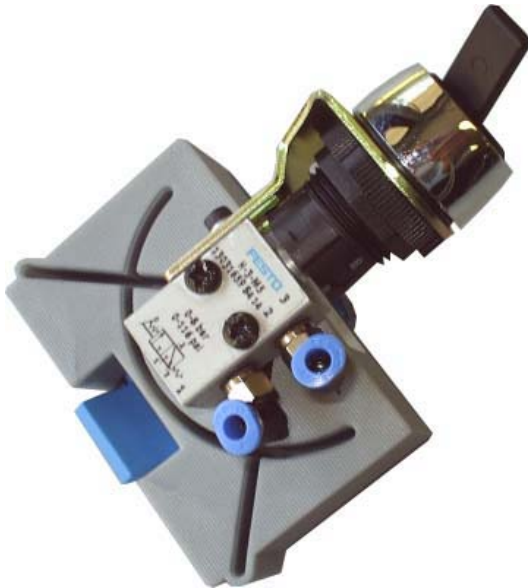
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por botão pulsador liso
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (botão giratório com trava) **código 130 22 465**

Dados técnicos:

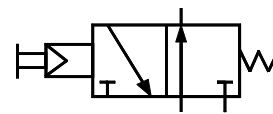
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por botão seletor giratório
- detente para travamento nas 2 posições
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (botão cogumelo com trava) **código 130 22 466**

Dados técnicos:

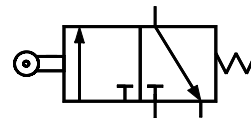
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por botão de emergência tipo cogumelo
- detente para travamento nas 2 posições
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (tecla com trava) **código 130 25 770**

Dados técnicos:

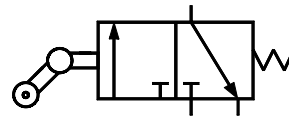
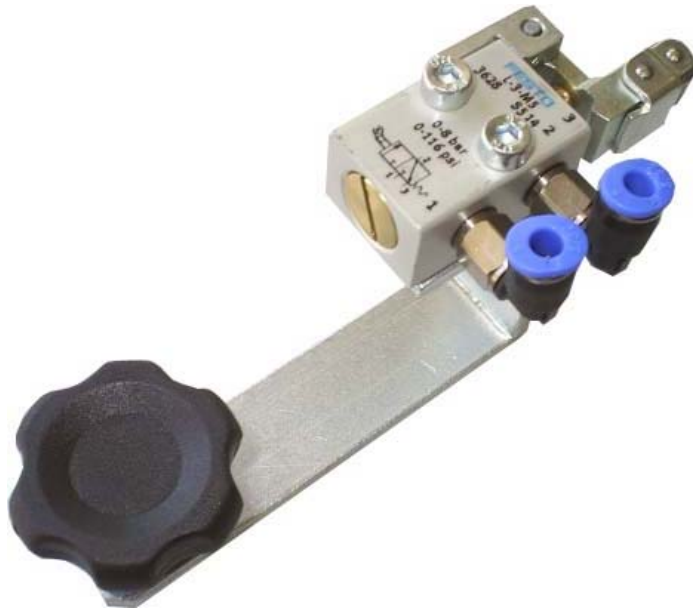
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por tecla
- detente para travamento nas 2 posições
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NA (botão pulsador) **código 130 22 467**

Dados técnicos:

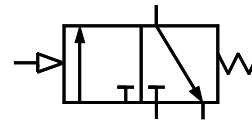
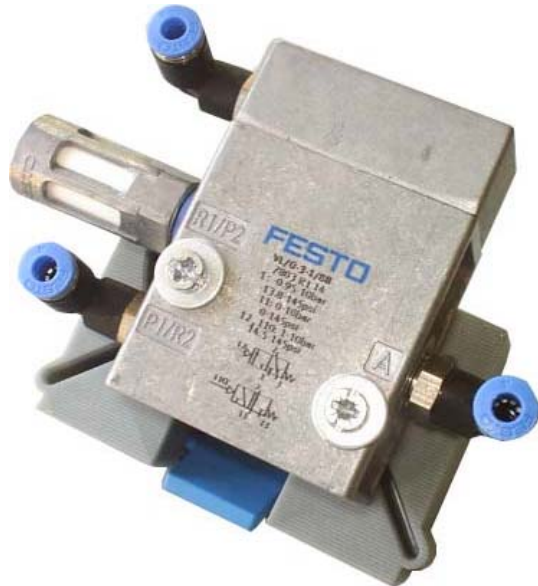
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal aberta (NA)
- acionamento por botão pulsador liso e servopiloto
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de 2,8 a 8 bar
- vazão nominal: 120 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (rolete mecânico) **código 130 22 468**

Dados técnicos:

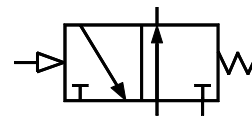
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por rolete mecânico
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (gatilho) **código 130 22 469**

Dados técnicos:

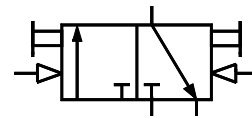
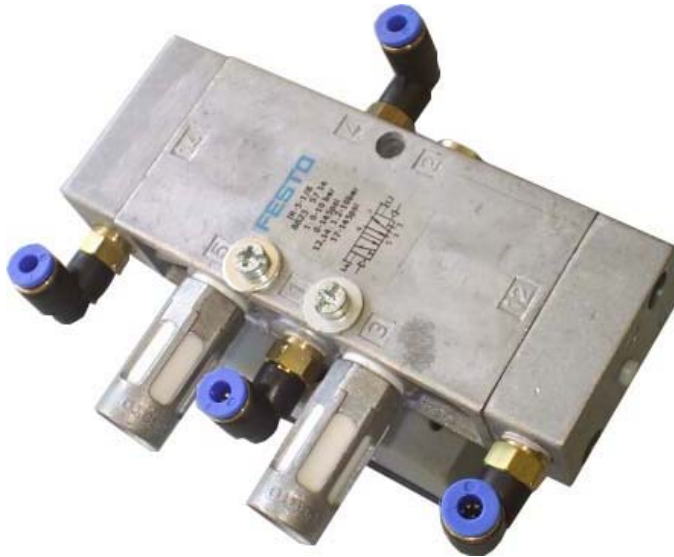
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por rolete escamoteável (gatilho)
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de -0,95 a +8 bar
- vazão nominal: 80 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (simples piloto) **código 130 22 470**

Dados técnicos:

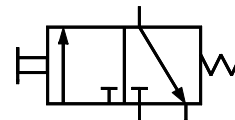
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por pressão piloto direta
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de -0,95 a +10 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NA (simples piloto) **código 130 22 471**

Dados técnicos:

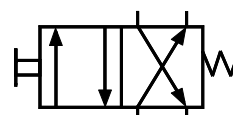
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal aberta (NA)
- acionamento por pressão piloto direta
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias (duplo piloto) **código 130 22 472**

Dados técnicos:

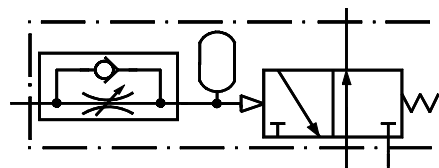
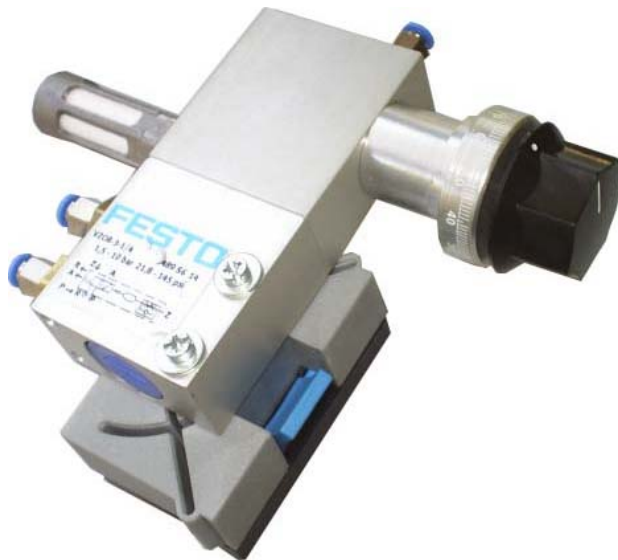
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por pulso de pressão piloto direta, de ambos os lados
- acionamento manual auxiliar
- comportamento de memória (bi-estável)
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 3/2 vias NF (tecla) **código 140 11 970**

Dados técnicos:

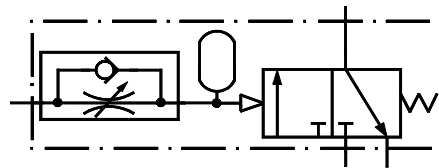
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por tecla
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 4/2 vias (tecla) **código 140 11 972**

Dados técnicos:

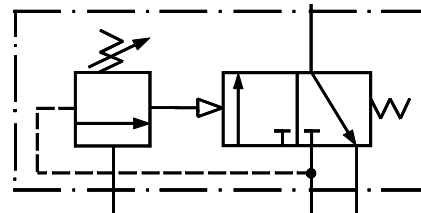
- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por tecla
- reposicionamento por mola
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula temporizadora de 3/2 vias NA **código 130 22 473**

Dados técnicos:

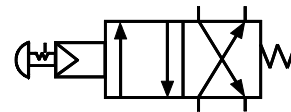
- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal aberta (NA)
- acionamento pneumático por pressão piloto direta
- retorno por mola
- botão de regulagem com escala graduada
- ajuste manual progressivo de 0 a 30 segundos
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- pressão de pilotagem: de 1,5 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula temporizadora de 3/2 vias NF **código 130 22 474**

Dados técnicos:

- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento pneumático por pressão piloto direta
- retorno por mola
- botão de regulagem com escala graduada
- ajuste manual progressivo de 0 a 30 segundos
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- pressão de pilotagem: de 1,5 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

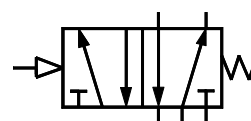
Válvula de seqüência de 3/2 vias NF **código 130 22 475**

Dados técnicos:

- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento pneumático por pressão piloto direta
- retorno por mola
- parafuso de regulagem manual com contra porca
- pressão de trabalho: de 1,8 a 8 bar
- pressão de pilotagem: de 1 a 8 bar
- vazão nominal: 100 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

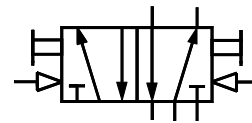
Válvula direcional de 4/2 vias (botão giratório com trava) **código 130 22 476**

Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por botão seletor giratório e servocomando
- detente para travamento nas 2 posições
- pressão de trabalho: de 2,8 a 8 bar
- vazão nominal: 120 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

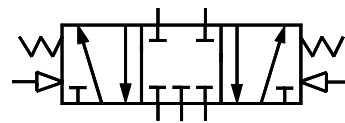
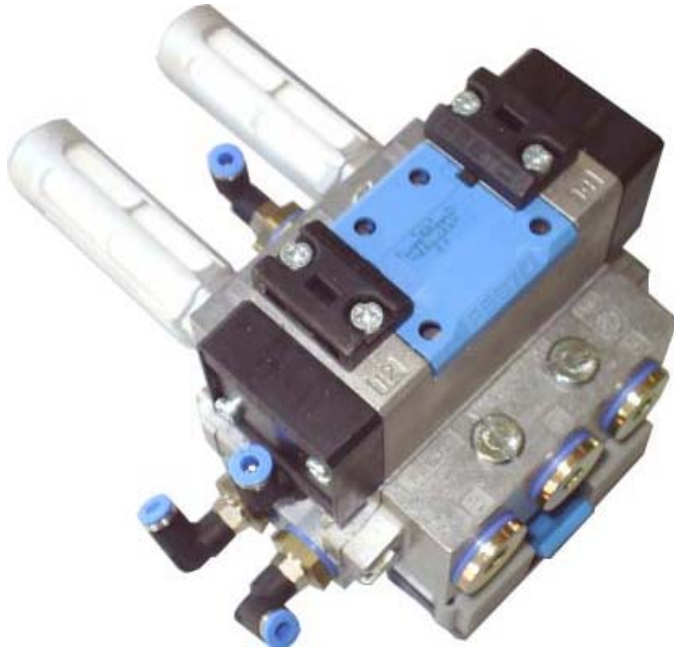
Válvula direcional de 5/2 vias (simples piloto)

código 130 22 477

Dados técnicos:

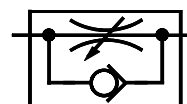
- 5 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento pneumático por pressão piloto direta
- retorno por mola
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 5/2 vias (duplo piloto)

Dados técnicos:

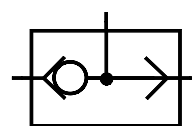
- 5 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por pulso de pressão piloto direta, de ambos os lados
- acionamento manual auxiliar
- comportamento de memória (bi-estável)
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal: 600 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula direcional de 5/3 vias (duplo piloto) **código 130 22 479**

Dados técnicos:

- 5 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- acionamento por pressão piloto direta, de ambos os lados
- centrada por molas
- pressão de trabalho: de -0,9 a 10 bar
- pressão de pilotagem: de 3 a 16 bar
- vazão nominal: 1200 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

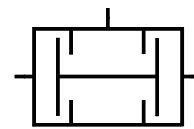
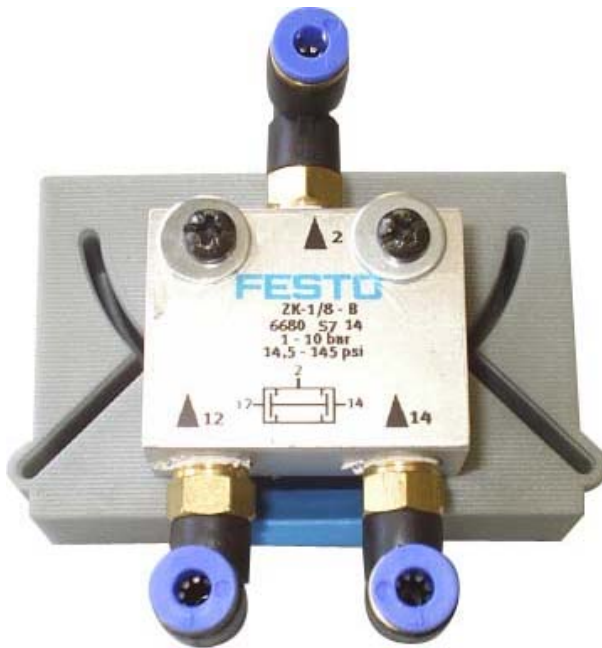
Válvula reguladora de fluxo unidirecional **código 130 22 480**

Dados técnicos:

- estrangulamento em uma única direção
- retenção incorporada para permitir retorno livre
- ajuste manual progressivo por meio de parafuso de cabeça recartilhada
- pressão de trabalho: de 0 a 10 bar
- vazão nominal:
  . de 0 a 86 lpm na direção regulável
  . 114 lpm na direção livre
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm

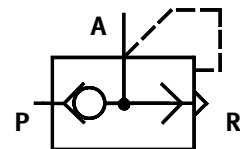
Válvula alternadora (elemento OU) **código 130 22 481**

Dados técnicos:

- pressão de trabalho: de 1 a 10 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- temperatura de trabalho: de -10 a +60ºC
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Válvula de simultaneidade (elemento E)

código 130 22 482

Dados técnicos:

- pressão de trabalho: de 1 a 10 bar
- vazão nominal: 550 lpm
- temperatura de trabalho: de -10 a +60ºC
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

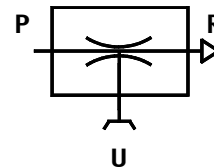
Válvula de escape rápido **código 130 22 483**

Dados técnicos:

- aumenta em até 30% a velocidade do cilindro
- pressão de trabalho: de 0,5 a 10 bar
- vazão nominal:
  . de P para A: 300 lpm
  . de A para R: 570 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico R de exaustão para a atmosfera

Vacuômetro **código 130 22 487**

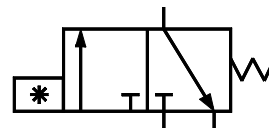
Dados técnicos:

- diâmetro de 40 mm
- conexão traseira G 1/8”
- escala métrica de -1 a 0 bar
- escala inglesa de -14 a 0 PSI
- classe de precisão de 1%
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm

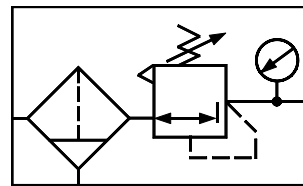
Válvula geradora de vácuo **código 130 22 486**

Dados técnicos:

- pressão de trabalho: de 1,5 a 10 bar
- geração de vácuo: -0,8 bar à pressão de 6 bar
- consumo de ar: 47 lpm à pressão de 6 bar
- provida de ventosa de 30 mm de diâmetro
  . capacidade de 34 N de força de aspiração a -0,7 bar de vácuo
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico R de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Sensor pneumático de proximidade

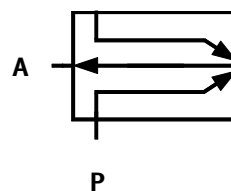
código 130 22 488

Dados técnicos:

- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- posição normal fechada (NF)
- acionamento por detecção de êmbolos magnéticos de cilindros, sem contato físico
- sinal de saída pneumático
- pressão de trabalho: de 2 a 6 bar
- pressão do sinal de saída: de 2 a 6 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- indicador óptico de operação
- suporte de fixação no corpo de cilindros com êmbolo magnético
- equipado com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm

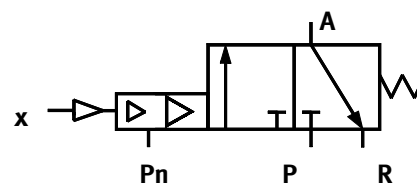
Filtro regulador de baixa pressão **código 130 22 513**

Dados técnicos:

- conjunto de filtro, regulador de pressão e manômetro para alimentação de ar em sensores de baixa pressão
- elemento filtrante de 40 μm, em bronze sinterizado
- copo plástico
- dreno manual
- pressão de entrada: de 1 a 12 bar
- pressão de funcionamento: de 0,05 a 2,5 bar
- vazão nominal: 1800 lpm
- faixa de temperatura de trabalho: de -10 a +60 ºC
- manômetro com ∅ externo de 40 mm, montado diretamente no regulador de pressão
  . escala métrica: de 0 a 2,5 bar
  . escala inglesa: de 0 a 36 PSI
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Sensor pneumático por reflexão

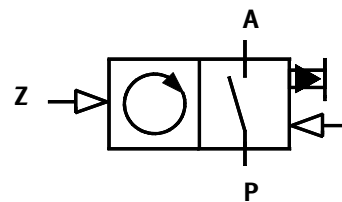
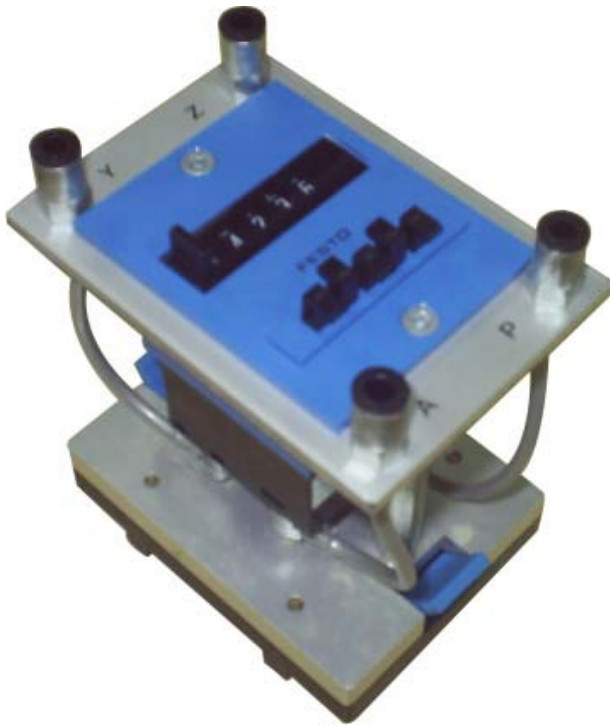
código 130 22 514

Dados técnicos:

- distância de detecção: de 0,1 a 0,2 mm
- pressão de alimentação em P: de 0,1 a 0,2 bar
- pressão máxima de alimentação: 0,5 bar
- consumo de ar: 20 lpm
- faixa de temperatura de operação: de -10 a +60°C
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

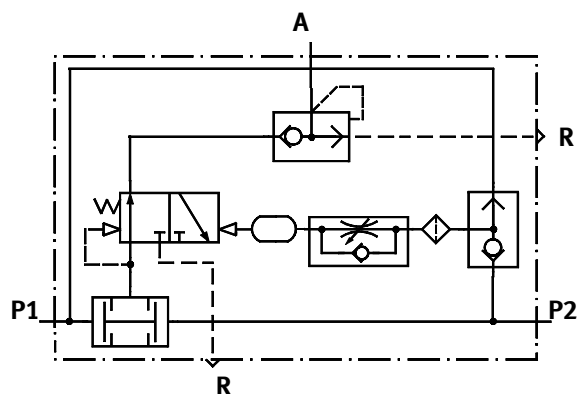
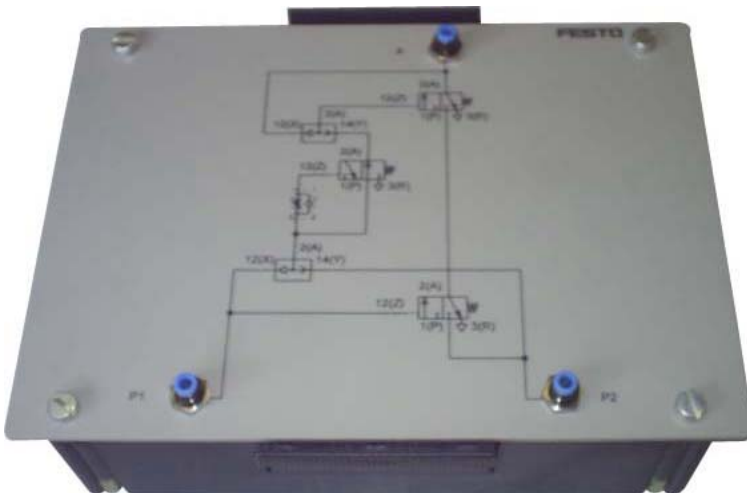
Amplificador de pressão de 3/2 vias NF **código 130 22 520**

2 x

Dados técnicos:

- conjunto com 2 amplificadores de pressão para utilização com sensores pneumáticos por reflexão, cada um com as seguintes características técnicas:
  . 3 vias de trabalho
  . 2 posições de comando
  . posição normal fechada (NF)
  . acionamento por servopiloto de baixa pressão
  . retorno por mola
  . pressão de trabalho (P e Pn): de 1 a 7 bar
  . pressão de pilotagem (x): 0,25 bar
  . vazão nominal: 80 lpm
  . faixa de temperatura de operação: de -10 a +60°C
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

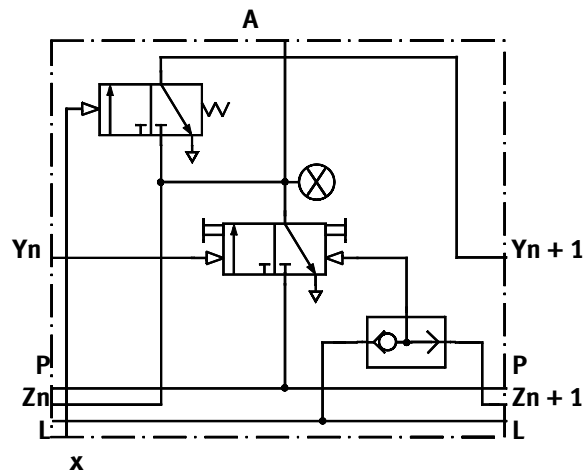
Contador pneumático prédeterminador **código 130 22 517**

Dados técnicos:

- contador prédeterminador mecânico, com acionamento pneumático
- registrador de contagem com 5 dígitos
- tamanho dos dígitos: 4,5 mm
- reposição manual ou por pulso pneumático
- pressão de trabalho: de 2 a 8 bar
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Bloco de comando bi-manual **código 130 22 516**

Dados técnicos:

- 2 entradas de pilotagem P1 e P2
- ajuste manual do tempo de atraso entre os sinais de pilotagem P1 e P2
- 1 saída de sinal A
- pressão de trabalho: de 3 a 8 bar
- vazão nominal: 75 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

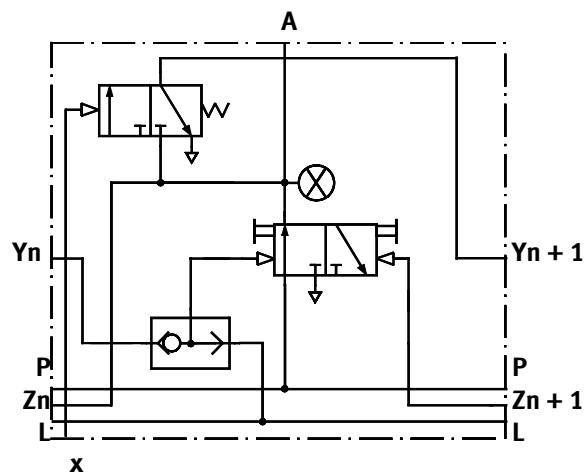
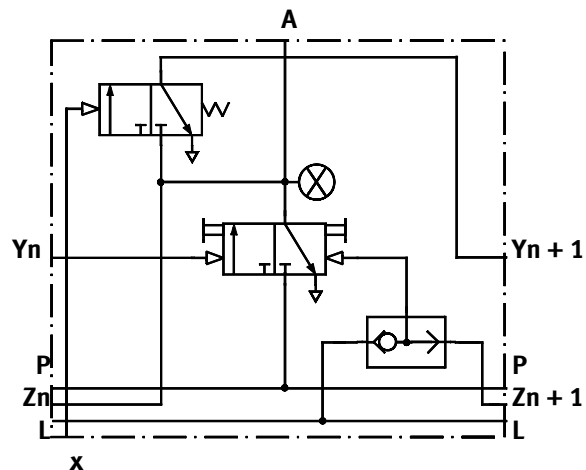
Bloco de comando passo a passo (4 TAA)

códigos 152 885

4 TAA

Dados técnicos:

- conjunto com 4 módulos seqüenciais passo a passo do tipo TAA
- válvula direcional de impulsos de 3/2 vias do tipo memória
- válvula direcional de 3/2 vias NF, com piloto pneumático e retorno por mola
- elemento OU
- acionamento manual auxiliar
- indicador óptico de operação
- pressão de trabalho: de 2 a 8 bar
- vazão nominal: 60 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Bloco de comando passo a passo (3 TAA + 1 TAB) **códigos 152 886**

3 TAA + 1 TAB

Dados técnicos:

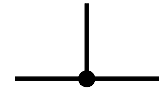
- conjunto com 3 módulos seqüenciais passo a passo do tipo TAA e 1 TAB para comando de até 4 movimentos
- válvula direcional de impulsos de 3/2 vias do tipo memória
- válvula direcional de 3/2 vias NF, com piloto pneumático e retorno por mola
- elemento OU
- acionamento manual auxiliar
- indicador óptico de operação
- pressão de trabalho: de 2 a 8 bar
- vazão nominal: 60 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Reservatório de ar **código 130 22 757**

Dados técnicos:

- capacidade: 0,21 litros
- pressão de trabalho: 10 bar
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Conexão rápida em T

código 153 128

Dados técnicos:

- pressão de operação: de -0,95 a +10 bar
- Faixa de temperatura de trabalho: de 0 a +60ºC
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm

Tubo flexível para conexões de engate rápido tipo quick star código 159 662

Dados técnicos:

- fabricado em poliuretano
- diâmetro externo: 4 mm
- diâmetro interno: 2,6 mm
- pressão de operação: de -0,95 a +10 bar
- Faixa de temperatura de trabalho: de -35 a +60ºC

Fonte de alimentação estabilizada **código 130 22 731**

Dados técnicos:

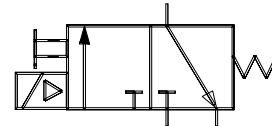
- tensão de entrada: 110/220 Vca, 60 Hz
- tensão de saída: 24 Vcc
- corrente de saída: 10 A
- proteção contra curto-circuito
- cabo de alimentação (incluso)
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Distribuidor elétrico

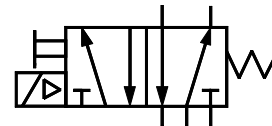
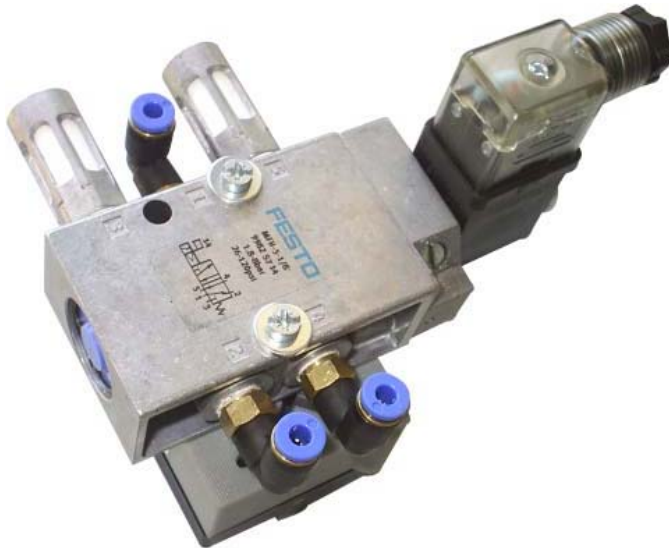
código 130 22 730

Dados técnicos:

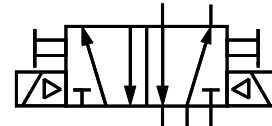
- duas linhas de distribuição:
  . 6 bornes para a linha positiva (vermelha)
  . 6 bornes para a linha negativa (azul)
- 8 indicadores luminosos
- 1 sinalizador sonoro
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Eletroválvula direcional de 3/2 vias NF **código 130 22 490**

Dados técnicos:

- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- normal fechada NF
- acionamento por servocomando, elétrico por solenóide de 24 Vcc e piloto
- retorno por mola
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
- pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

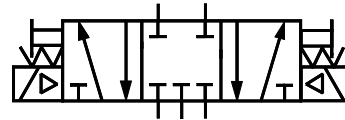
Eletroválvula direcional de 5/2 vias, com mola de reposição código 130 22 491

Dados técnicos:

- 5 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por servocomando, elétrico por solenóide de 24 Vcc e piloto
- retorno por mola
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
- pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

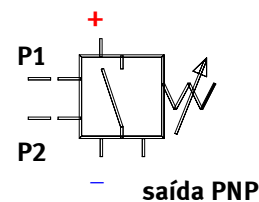
Eletroválvula direcional de 5/2 vias, tipo memória **código 130 22 492**

Dados técnicos:

- 5 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento por duplo servocomando, elétrico por solenóides de 24 Vcc e pilotos
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

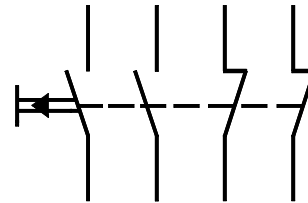
Eletroválvula direcional de 5/3 vias, centro fechado

código 130 22 493

Dados técnicos:

- 5 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- centrada por molas
- posição central com todos os pórticos bloqueados
- acionamento por duplo servocomando, elétrico por solenóides de 24 Vcc e pilotos
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- equipada com silenciadores nos pórticos de exaustão para a atmosfera
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

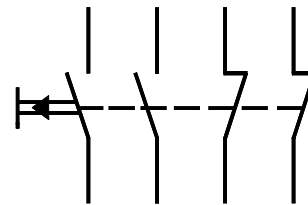
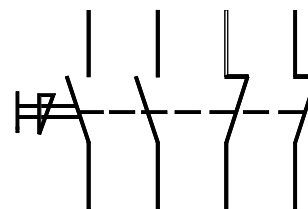
Conversor pneumático-eletrônico (pressostato/vacuostato) **código 130 22 495**

Dados técnicos:

- acionamento por pressão piloto direta (P1), vácuo (P2) ou pressão diferencial (P1 e P2)
- faixas de pressão de trabalho:
  . como pressostato: de 0,25 a 8 bar (conexão P1)
  . como vacuostato: de - 0,2 a - 0,8 bar (conexão P2)
  . como pressostato diferencial: de - 0,95 a + 8 bar, histerese 0,25 bar (conexões P1 e P2)
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 400 mA
- cabo de ligação rápida com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
  . positivo: vermelho
  . negativo: azul
  . saída PNP: preto
- LED indicador de operação
- freqüência máxima: 70 Hz
- proteção contra curto-circuito: IP 67
- conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Placa de botões de comando elétrico 1 **código 130 22 716**

3 x

Dados técnicos:

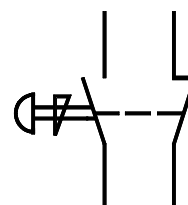
- 3 botões lisos de comando pulsador
- reposição por mola
- contatos: 2 NA + 2 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel
- cor: verde

Placa de botões de comando elétrico 2 **código 130 22 717**

2 x

1 x

Dados técnicos:

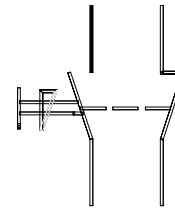
- 2 botões lisos de comando pulsador, na cor vermelha, com reposição por mola
- contatos: 2 NA + 2 NF
- 1 botão giratório com trava, na cor preta
- contatos: 2 NA + 2 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

FESTO

Botão de emergência **código 130 22 715**

Dados técnicos:

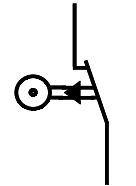
- 1 botão tipo cogumelo com trava
- contatos: 1 NA + 1 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel
- cor: vermelha

FESTO

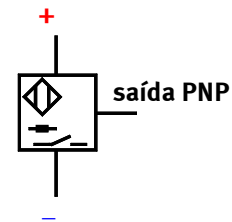
Botão seletor **código 130 28 703**

Dados técnicos:

- 1 botão giratório com trava
- contatos: 1 NA + 1 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel
- cor: preta

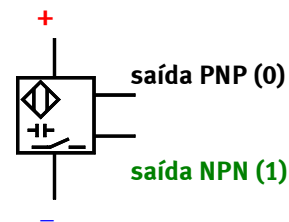
Chave fim de curso

código 130 22 494

Dados técnicos:

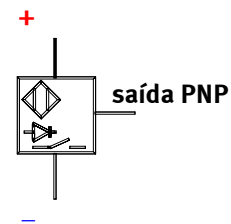
- microrruptor fim de curso
- contato comutador
- acionado por rolete mecânico
- reposicionado por mola
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Sensor de proximidade indutivo **código 130 22 496**

Dados técnicos:

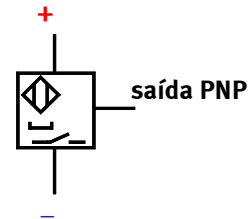
- distância de sensorização: 5 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- freqüência máxima: 800 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
  . positivo: vermelho
  . negativo: azul
  . saída PNP: preto
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

Sensor de proximidade capacitivo **código 130 22 497**

Dados técnicos:

- distância de sensorização: 50 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- freqüência máxima: 100 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
  . positivo: vermelho
  . negativo: azul
  . saída PNP (0): preto
  . saída NPN (1): verde
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

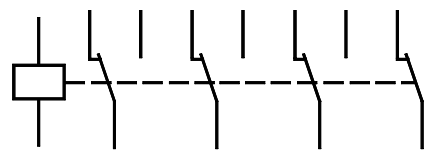
Sensor de proximidade óptico **código 130 22 498**

Dados técnicos:

- distância de sensorização: até 300 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- freqüência máxima: 100 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
  . positivo: vermelho
  . negativo: azul
  . saída PNP: preto
- montado sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas

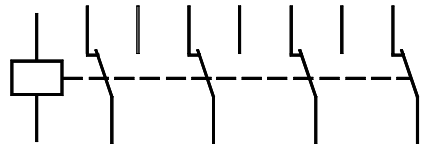
Sensor de proximidade magnético **código 130 22 499**

Dados técnicos:

- sensorização de êmbolos magnéticos de cilindros, sem contato físico
- contato tipo reed switch
- tensão de comutação: de 12 a 27 Vcc
- intensidade de corrente máxima: 500 mA
- freqüência máxima: 800 Hz
- sinal de saída: de 12 a 27 Vcc PNP
- LED indicador de operação
- cinta para fixação no corpo de cilindros com êmbolo magnético
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
  . positivo: vermelho
  . negativo: azul
  . saída PNP: preto

Placa de 2 relês auxiliares **código 130 22 713**

2 x

Dados técnicos:

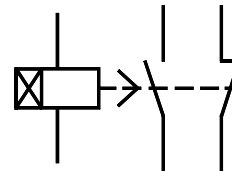
- 2 relês auxiliares
- 4 contatos comutadores cada um
- LEDs indicadores de energização das bobinas
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Placa de 3 relês auxiliares **código 130 22 714**

3 x

Dados técnicos:

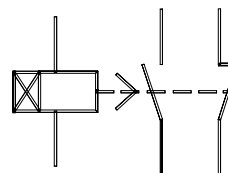
- 3 relês auxiliares
- 4 contatos comutadores cada um
- LEDs indicadores de energização das bobinas
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Placa de temporizadores **código 130 22 732**

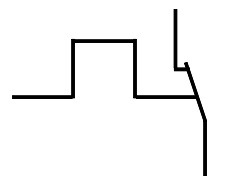
2 x

Dados técnicos:

- 2 relês temporizadores com temporização no acionamento
- faixa de ajuste: de 0 a 20 s
- contatos: 1 NA + 1 NF
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Temporizador eletrônico digital

código 130 28 685

Dados técnicos:

- temporizador eletrônico com temporização no acionamento
- faixa de ajuste: de 0 a 20 s
- contato comutador
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Contador predeterminador digital **código 130 22 718**

Dados técnicos:

- contador predeterminador eletrônico
- registro de contagem de 3 dígitos
- reposição por sinal elétrico e manual
- contato comutador
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Controlador programável (CLP) compact **código 130 24 451**

Dados técnicos:

- 12 entradas digitais de 24 Vcc
- 8 saídas digitais a relê, protegidas contra curto circuito
- 256 contadores crescentes e decrescentes (0 a 65535)
- 256 temporizadores (0 a 655 segundos) com precisão de 0,01 s
- 256 registradores
- 10000 flags
- capacidade de memória de 32 Kb
- proteção contra inversão de polaridade de alimentação
- LEDs indicadores de operação
- software de programação por diagrama de contatos (ladder)
- interface serial (padrão RS232) de interligação com PC
- memória Flash RAM para armazenamento de programas
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel
- cabos de interligação e alimentação (inclusos)
- manuais de instruções e programação

Controlador programável (CLP) standart **código 130 22 719**

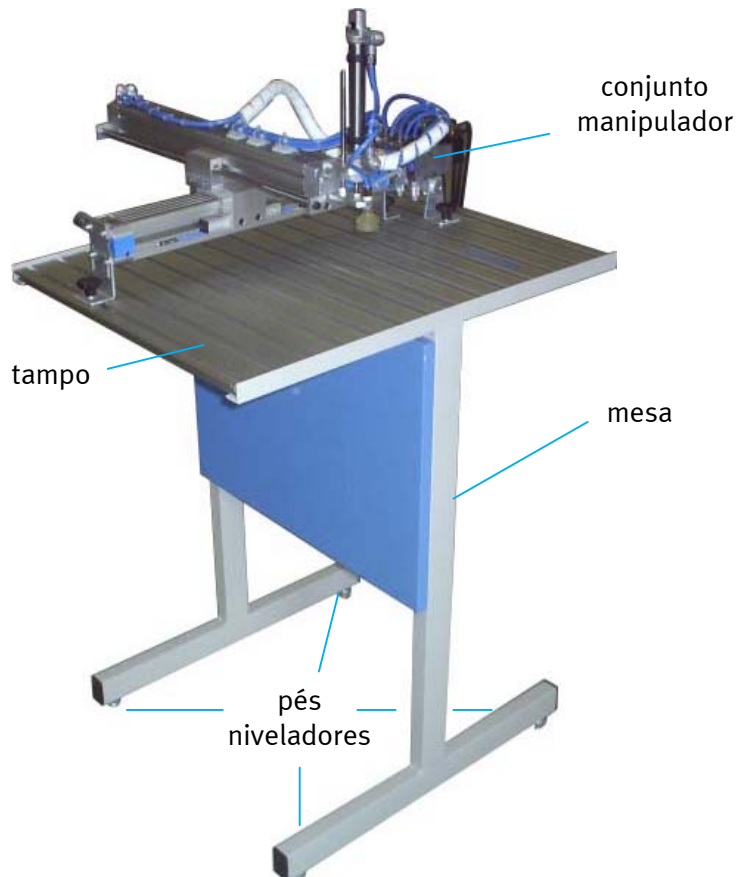
Dados técnicos:

- 24 entradas digitais de 24 Vcc
- 16 saídas digitais a relê, protegidas contra curto circuito
- 256 contadores crescentes e decrescentes (0 a 65535)
- 256 temporizadores (0 a 655 segundos) com precisão de 0,01 s
- 256 registradores
- 160000 flags (10000 flags words)
- capacidade de memória de 256 Kb
- proteção contra inversão de polaridade de alimentação
- LEDs indicadores de operação
- software de programação por diagrama de contatos (ladder)
- interface serial (padrão RS232c) interligada ao PC por meio de cabo PS1-SM14 (incluso)
- memória Flash RAM para armazenamento de programas
- montado em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel
- cabos de interligação e alimentação (inclusos)
- manuais de instruções e programação

Placa de expansão de entradas e saídas **código 130 28 262**

Dados técnicos:

- distribuidor elétrico com 10 bornes positivos e 18 negativos
- bornes para expansão de 8 entradas e 8 saídas no CLP
- interface (padrão Centronics) de interligação com o CLP
- cabo de interligação (incluso)
- montada em caixa plástica para acondicionamento no bastidor do painel

Manipulador Eletropneumático de 3 eixos **código 130 22 518**

Dimensões da mesa:

comprimento: 700 mm

largura: 560 mm

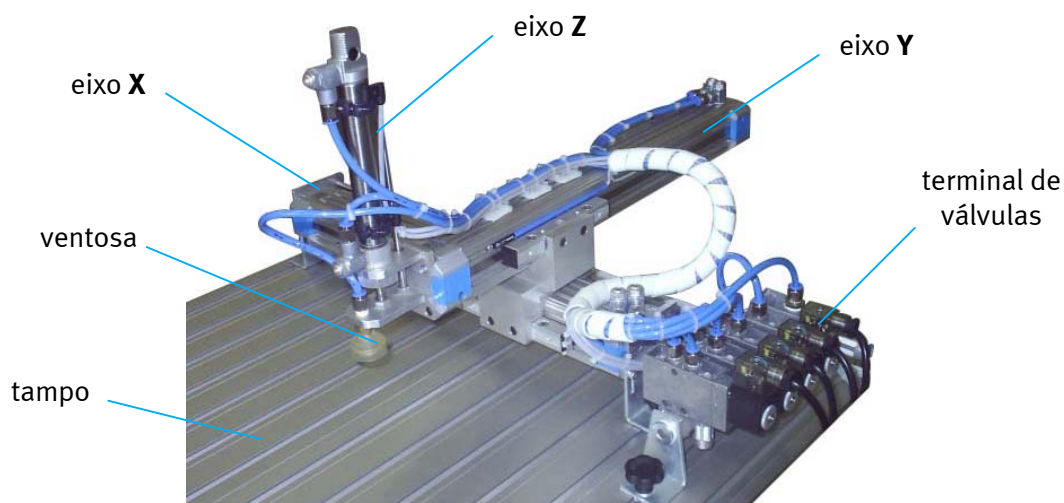
altura: 840 mm

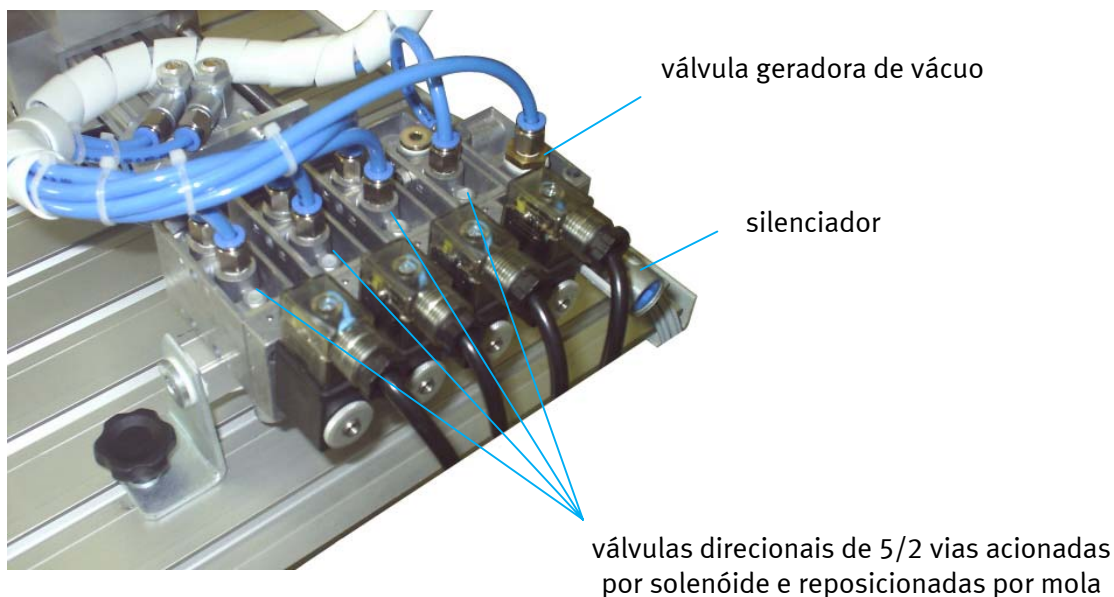
Dados técnicos:

- mesa em estrutura tubular metálica com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento eletrostática, equipada com 4 pés niveladores.

- tampo horizontal em perfil de alumínio anodizado, com rasgos eqüidistantes a 50 mm, para fixação rápida dos componentes mecânicos e pneumáticos a serem utilizados nos ensaios com o manipulador

- eixos **X** e **Y** acionados por atuadores pneumáticos de ação dupla, sem haste, com êmbolo magnético, amortecedores reguláveis de final de curso, conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm, com válvula reguladora de fluxo incorporada. Os atuadores são acoplados mecanicamente entre si.
  . diâmetro do êmbolo: 32 mm
  . curso: 250 mm

- eixo **Z** acionado por um atuador pneumático de ação dupla, correspondente à Norma ISO 6432, com êmbolo magnético, amortecedores reguláveis de final de curso, conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com ∅ externo de 4 mm, com válvula reguladora de fluxo incorporada. O atuador é montado em sistema de guia linear anti-giro equipado com ventosa, para movimentação de peças por vácuo, fixado na extremidade dianteira do eixo **Y**.
  . diâmetro do êmbolo: 20 mm
  . diâmetro da haste: 8 mm
  . curso: 100 mm
  . diâmetro da ventosa: 30 mm

- cada eixo é equipado com 2 sensores de proximidade magnéticos para detecção de posição

- terminal de válvulas de comando eletropneumáticas, fixado ao tampo da mesa, formado por 1 válvula geradora de vácuo e 4 válvulas direcionais de 5/2 vias acionadas por simples solenóide de 24 Vcc, reposicionadas por mola, com acionamento manual de emergência e LED indicador de operação.

- pressão de operação: de 1,5 a 8 bar
- vazão nominal: 500 lpm
- bloco de válvulas equipado com conexão de engate rápido tipo quick star, para tubo flexível com ∅ externo de 6 mm na linha de alimentação de ar e silenciador no pórtico de exaustão para a atmosfera
- todos os solenóides e sensores são devidamente identificados, por meio de anilhas nos cabos elétricos e equipados com pinos do tipo banana de 4 mm, o que facilita a montagem e o endereçamento de entradas e saídas, tanto para circuitos de comando a relê como para controladores programáveis

Jogo de cabos elétricos

código 130 22 500

Dados técnicos:

- equipados com pinos do tipo banana de 4 mm
- jogo com 60 cabos, sendo:
  . 35 cabos vermelhos de 500 mm
  . 10 cabos vermelhos de 1000 mm
  . 10 cabos azuis de 500 mm
  - 5 cabos azuis de 1000 mm

Recomendações de operação, conservação e manutenção

Antes de abrir a válvula de liberação de ar comprimido para o bloco distribuidor do painel, efetue os seguintes procedimentos:

1. Verifique se o duto de alimentação de ar comprimido da rede está devidamente conectado à unidade de conservação.

2. Certifique-se de que o regulador da unidade de conservação esteja ajustado com uma pressão mínima de 4 bar e máxima de 8 bar, faixa de pressão ideal para o perfeito funcionamento de todos os componentes do painel.

3. Verifique se todas as mangueiras flexíveis utilizadas no ensaio estão conectadas corretamente. Lembre-se que uma extremidade da mangueira, mal conectada, pode provocar acidentes, além de vazamentos indesejáveis.

Montagem de ensaios

Por questões de segurança, todos os ensaios devem ser montados e desmontados com a válvula de liberação de ar comprimido fechada.

Na montagem de ensaios, utilize o bastidor superior do painel para distribuição dos componentes eletroeletrônicos e os rasgos do perfil do tampo vertical para fixação dos componentes pneumáticos.

Os atuadores pneumáticos e os componentes que sofrem esforço mecânico, tais como válvulas acionadas por rolete e chaves fim de curso, devem ser fixados firmemente a fim de evitar que se desloquem durante os movimentos dos cilindros.

Procure não fixar componentes no curso de movimento das hastes dos cilindros, evitando possíveis colisões que poderão provocar danos ao equipamento.

Monte as mangueiras flexíveis e os cabos elétricos de forma ordenada de forma a facilitar a localização de possíveis erros de montagem, nos casos de circuitos mais complexos.

As conexões de todos os componentes pneumáticos e eletropneumáticos do painel possuem sistema de engate rápido das mangueiras flexíveis, o que permite a montagem de circuitos sem a necessidade de utilização de ferramentas.

Os cabos elétricos são providos de terminais com pinos do tipo banana os quais permitem a montagem e desmontagem rápida de circuitos elétricos, sem exigir o uso de ferramentas.

Conservação e manutenção

Mantenha o equipamento sempre limpo. A limpeza pode ser efetuada com um pano umedecido em água. Não é aconselhada a utilização de produtos químicos pois os mesmos podem atacar a anodização dos perfis de alumínio bem como a pintura dos componentes pneumáticos e eletroeletrônicos do painel.

Fixe ao painel somente os componentes a serem utilizados na realização do ensaio, mantendo os demais devidamente acondicionados no gaveteiro.

Mantenha a pressão do ar comprimido ajustada entre 4 e 8 bar.

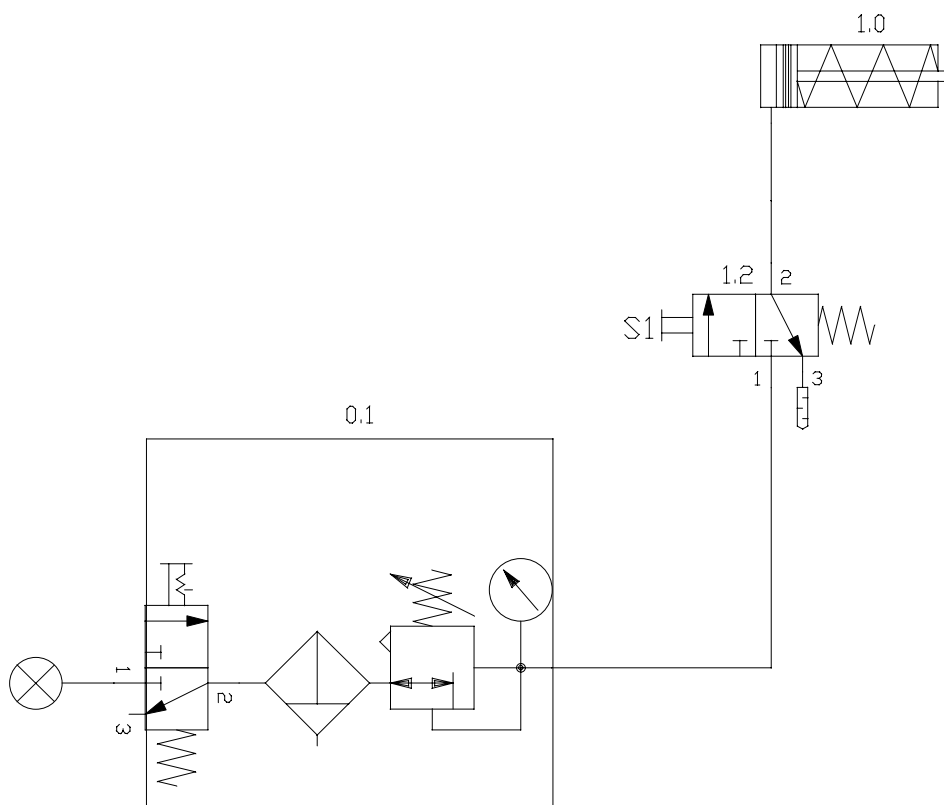
Em casos de dúvidas ou falhas no funcionamento de algum dos componentes, consulte a Festo.

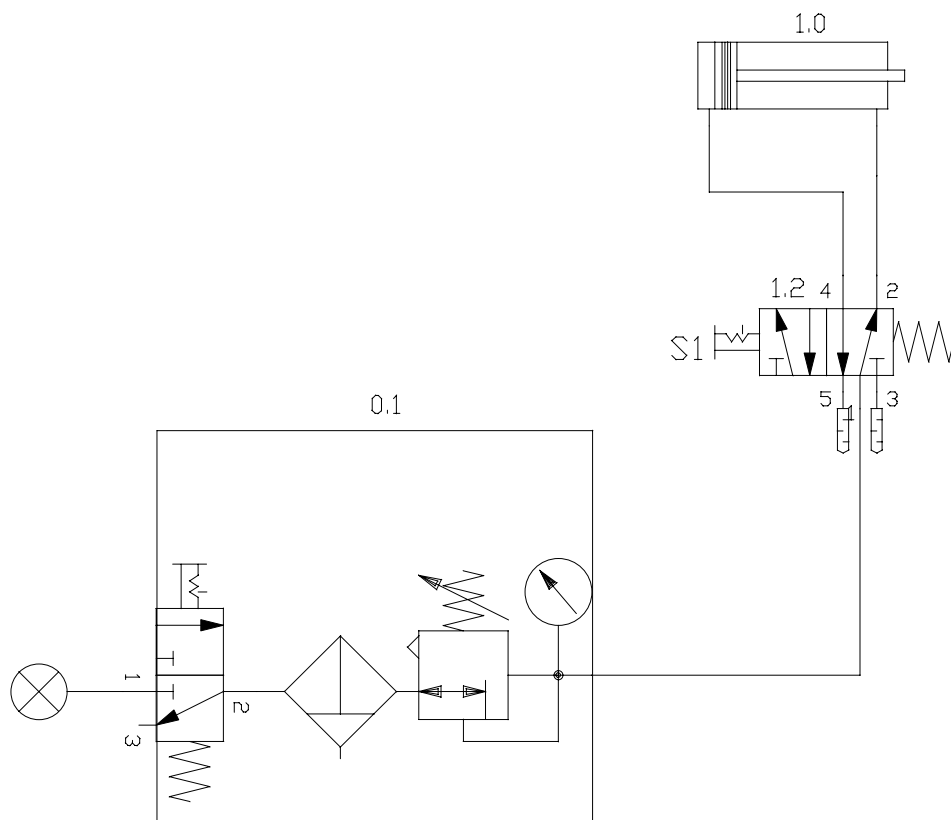
Festo Automação Ltda.
Rua Giuseppe Crespi, 76 - Km 12,5 da Via Anchieta
São Paulo - SP - CEP 04183-080
Tel. (11) 5013-1616
Fax: (11) 5013-1613
email: did@festo.com.br
www.festo.com.br

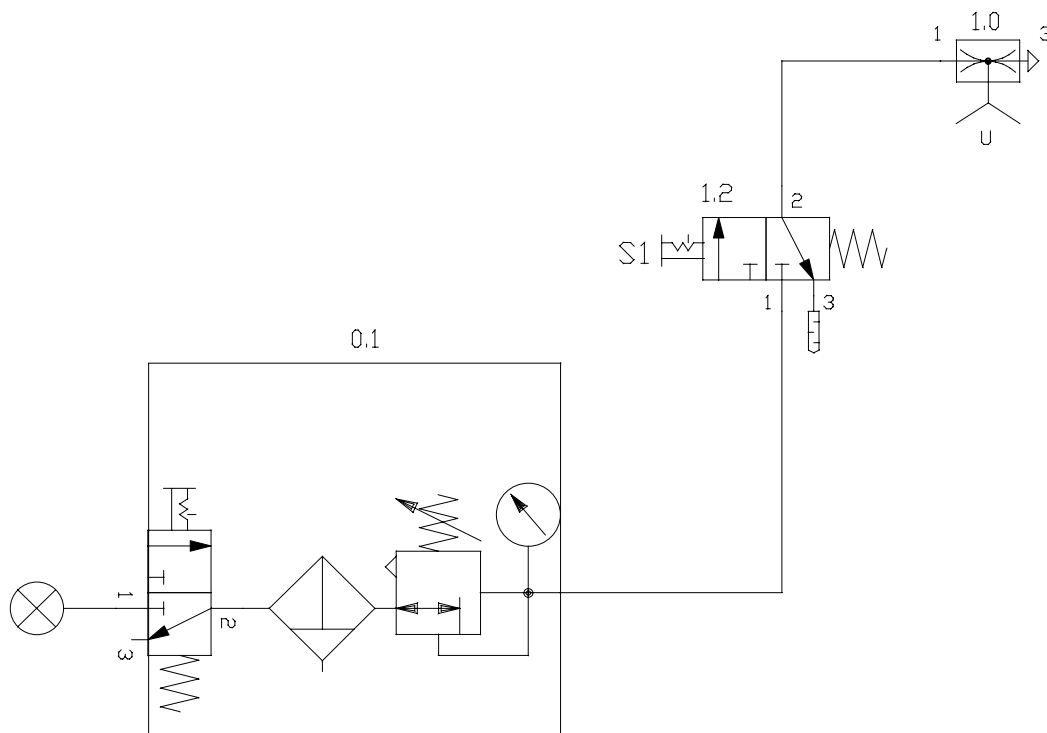
Ensaios pneumáticos e eletropneumáticos

Estão relacionados, a seguir, uma série de exemplos de circuitos pneumáticos e eletropneumáticos que poderão ser ensaiados no painel simulador Festo, com o objetivo de fixar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. Os circuitos foram criteriosamente selecionados, dos mais simples aos mais complexos, de modo a facilitar o aprendizado dessa tecnologia.

A grande versatilidade que o equipamento oferece, permite ao docente implementar novos ensaios, diferentes dos apresentados, de acordo com o nível de estudo a ser desenvolvido por parte dos alunos.

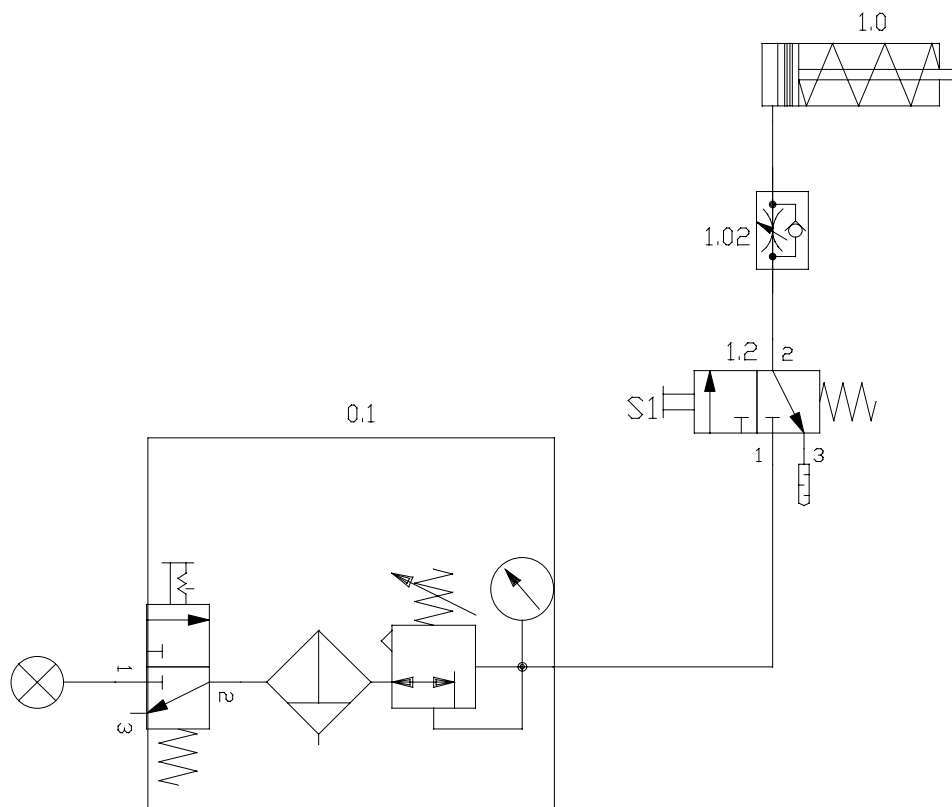
Ensaio 1: Comando direto de um cilindro de ação simples com retorno por mola, por meio de uma válvula direcional de 3/2 vias com acionamento manual.

Acionando-se o botão S1, a haste do cilindro avança comprimindo a mola. Soltando-se o botão S1, a mola retorna o cilindro a sua posição inicial.

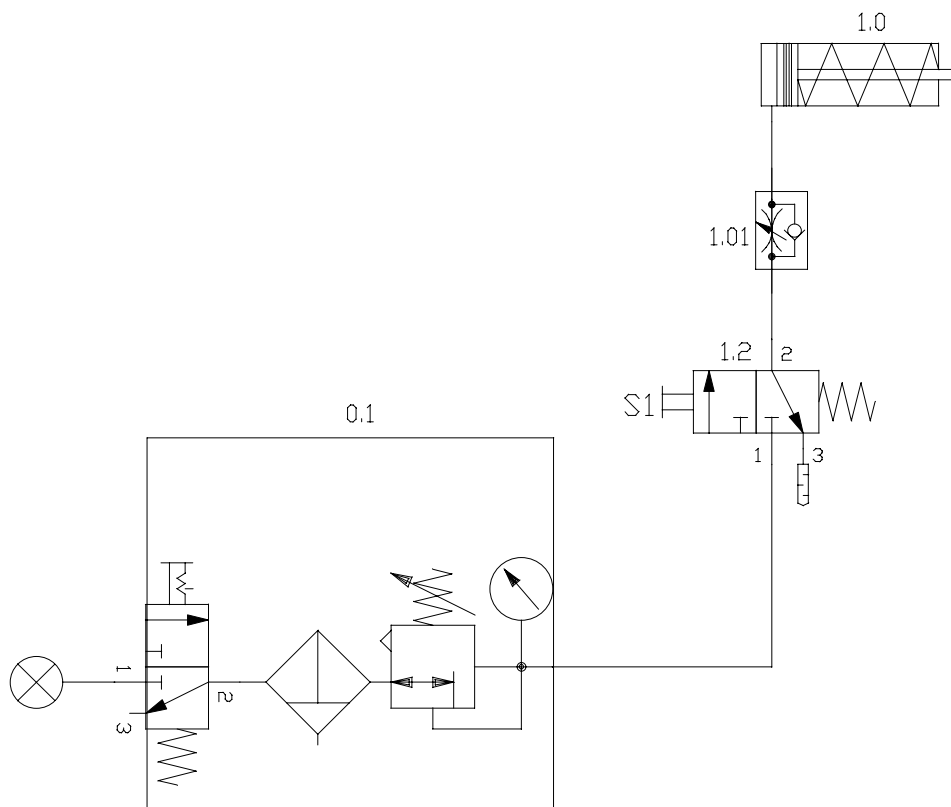
Ensaio 2: Comando direto de um cilindro de ação dupla, por meio de uma válvula direcional de 5/2 vias acionada manualmente com trava.

Acionando-se o botão S1, a haste do cilindro avança. Soltando-se o botão S1, o cilindro permanece avançado pois a válvula de comando 1.2 possui um detente que a mantém travada na posição acionada. O cilindro somente retorna a sua posição inicial se o botão S1 for acionado no sentido contrário.

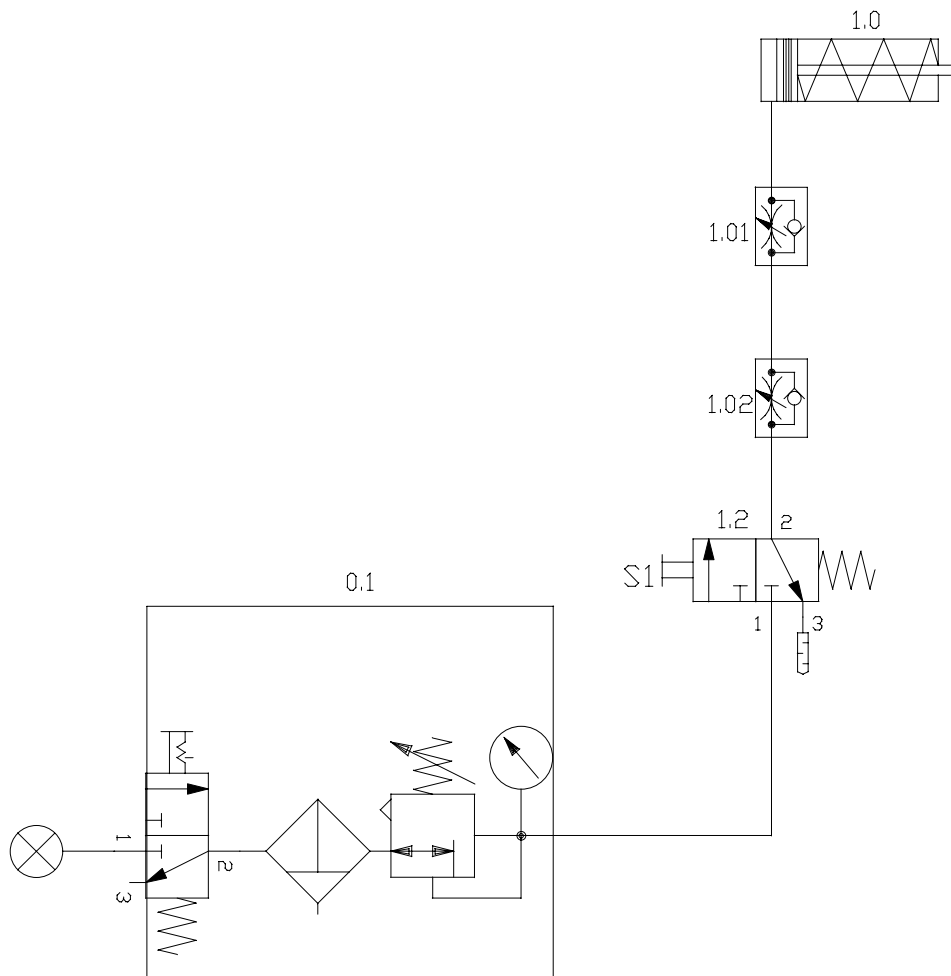
Ensaio 3: Comando de um elemento gerador de vácuo.

Girando-se o botão S1 para a direita, a válvula de comando 1.2 abre a passagem do ar comprimido em direção à entrada do gerador de vácuo, permanecendo travada na posição, mesmo que o botão S1 seja liberado.

Com o ar comprimido fluindo através do elemento gerador, forma-se um vácuo no pórtico U o qual, ligado a uma ventosa, pode ser utilizado na fixação e transporte de peças, em braços manipuladores.

Girando-se o botão S1 para a esquerda, a válvula de comando 1.2 retorna a sua posição inicial, interrompendo a alimentação de ar comprimido para o elemento gerador e eliminando o vácuo no pórtico U.

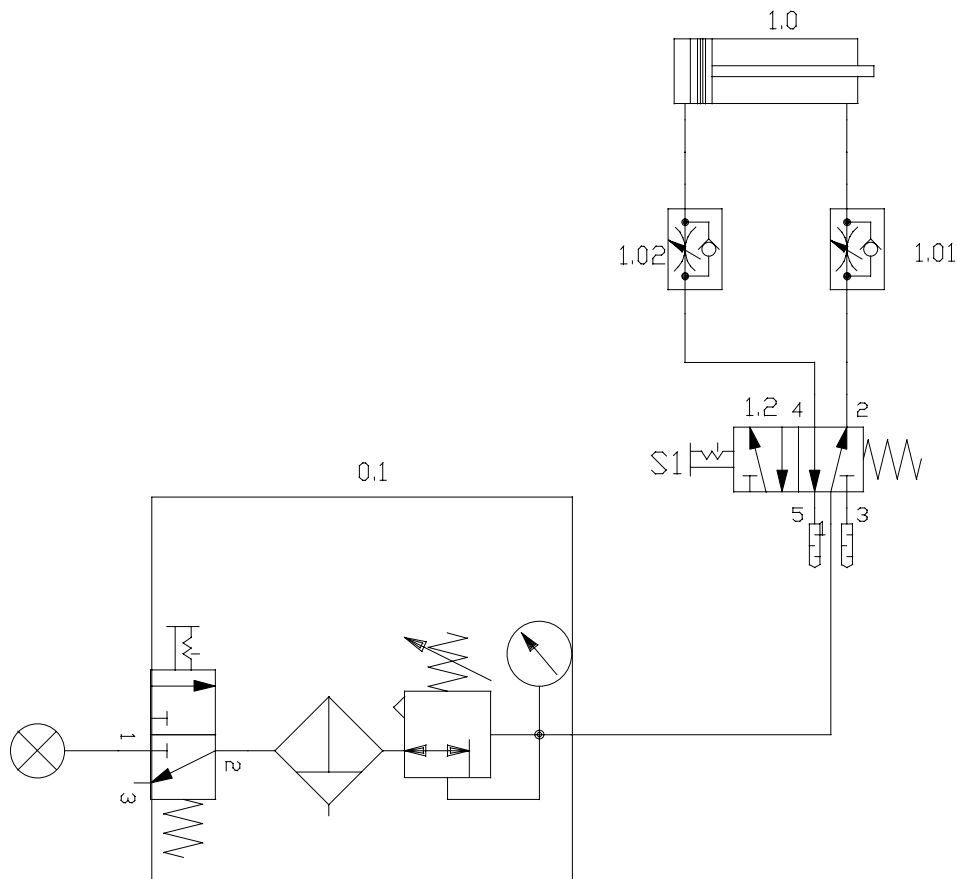
Ensaio 4: Controle de velocidade de avanço de um cilindro de ação simples com retorno por mola.

Acionando-se o botão S1, a haste do cilindro avança com velocidade controlada pois a válvula reguladora de fluxo 1.02 controla o volume de ar comprimido que entra na câmara traseira do cilindro. Soltando-se o botão S1, a mola retorna o cilindro a sua posição inicial. No retorno, a velocidade é normal pois o ar que sai da câmara traseira do cilindro pode fluir livremente através da retenção incorporada na válvula reguladora de fluxo.

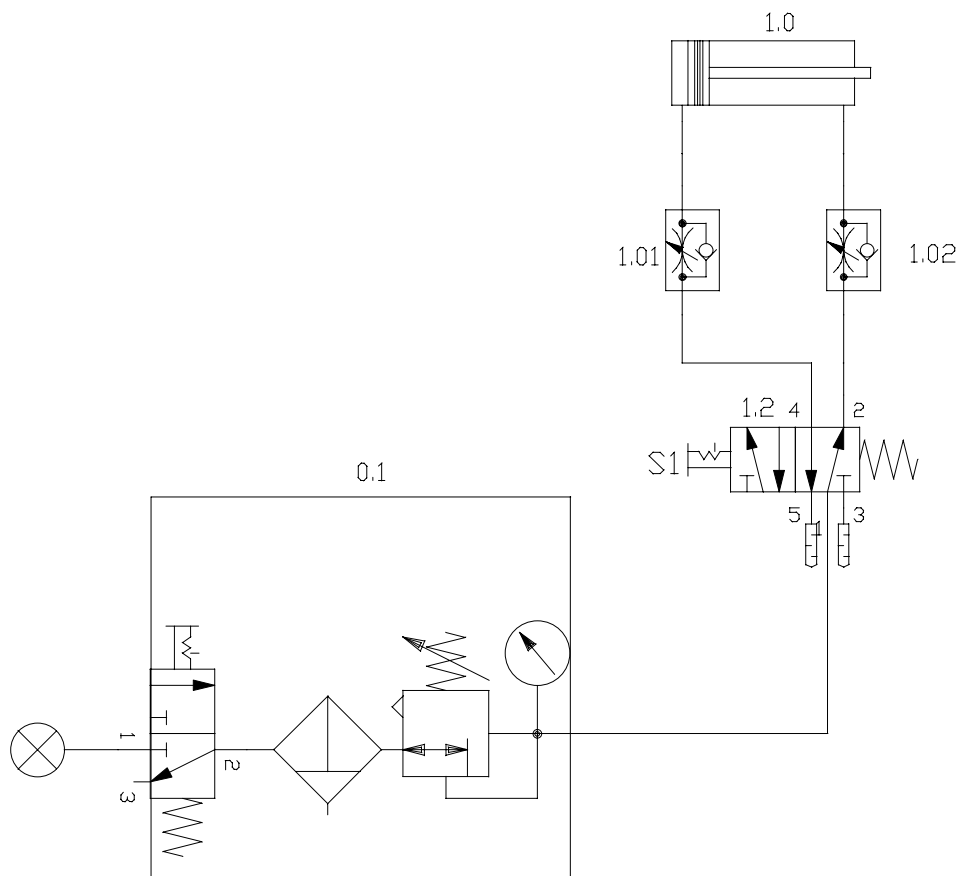
Ensaio 5: Controle da velocidade de retorno de um cilindro de ação simples com retorno por mola.

Neste caso, com a válvula reguladora de fluxo montada ao contrário, controlando o ar que sai da câmara traseira do cilindro, acionando-se o botão S1, a haste do cilindro avança com velocidade normal pois o ar comprimido pode fluir livremente através da retenção. Porém, soltando-se o botão S1, a mola retorna o cilindro a sua posição inicial com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01 que restringe a saída do ar da câmara traseira do cilindro para a atmosfera.

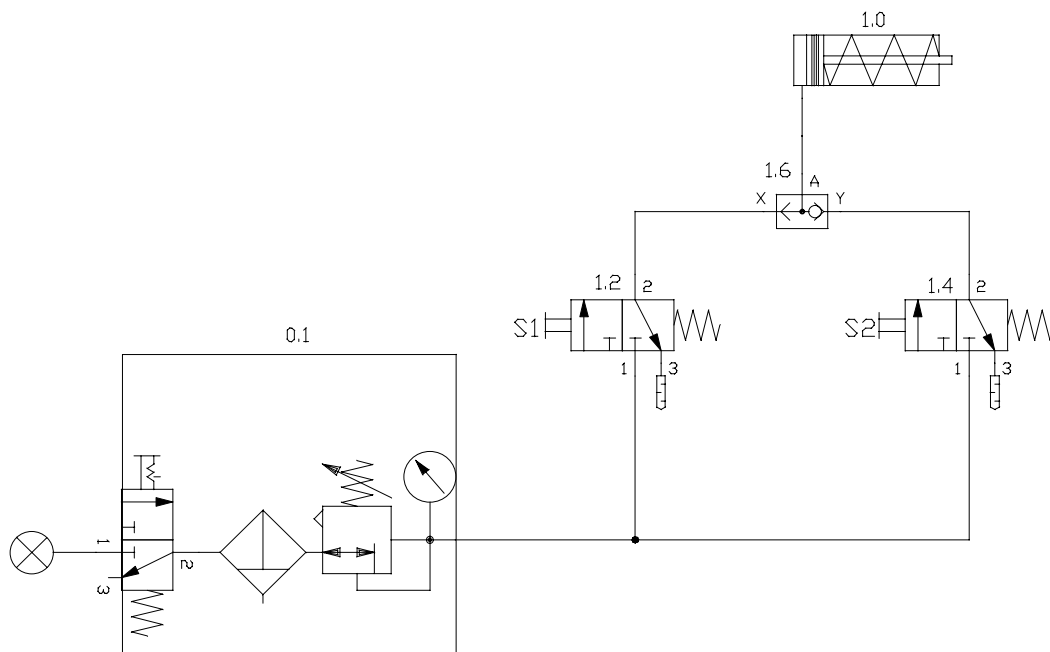
Ensaio 6: Controle das velocidades de avanço e de retorno de um cilindro de ação simples com retorno por mola.

Com duas válvulas reguladoras de fluxo unidirecionais, ligadas em série e montadas opostas entre si, acionando-se o botão S1, o ar comprimido passa restringido na válvula 1.02 e a haste do cilindro avança com velocidade controlada. Durante o movimento de avanço, a válvula 1.01 não interfere na velocidade do cilindro pois o ar pode fluir livremente através de sua retenção.

Soltando-se o botão S1, a haste do cilindro retorna e o ar acumulado na sua câmara traseira tem sua saída restringida pela válvula 1.01, o que controla a velocidade de retorno do cilindro. Neste caso, a válvula 1.02 não interfere na velocidade de retorno do cilindro pois o ar também pode fluir livremente através de sua retenção.

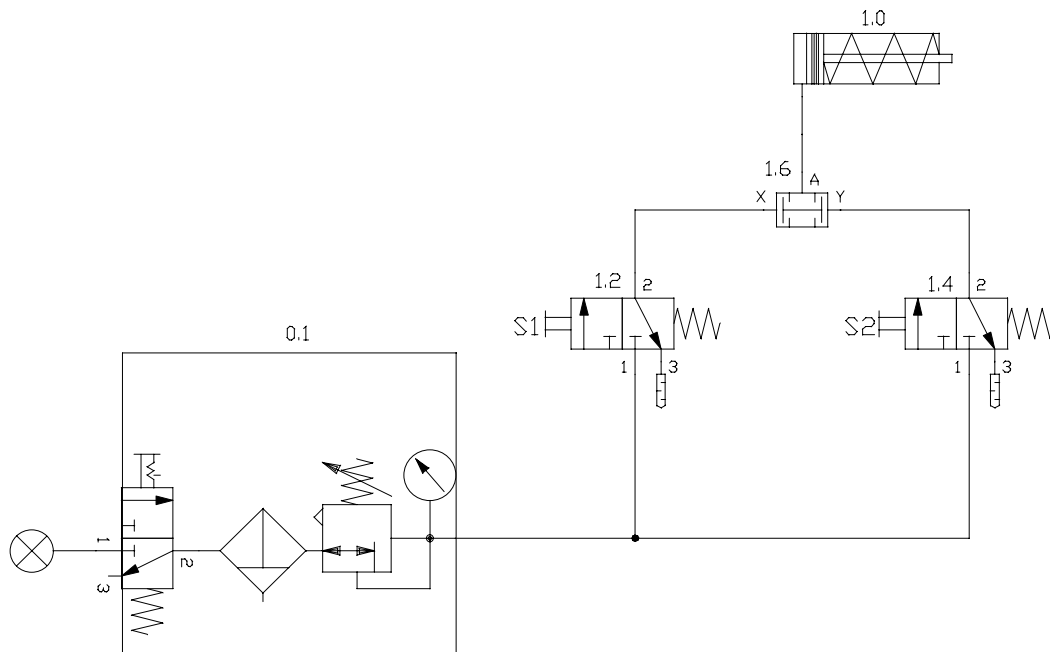
Ensaio 7: Controle das velocidades de avanço e de retorno de um cilindro de ação dupla.

Solução A: Controle de entrada.

No controle de entrada, as válvulas reguladoras de fluxo são montadas controlando a vazão do ar comprimido que vai entrar nas câmaras do cilindro, tanto no avanço como no retorno. Sendo assim, a válvula 1.02, montada na linha da câmara traseira do cilindro, controla a velocidade de avanço da haste, enquanto que a válvula 1.01, montada na linha da câmara dianteira, regula a velocidade de retorno.

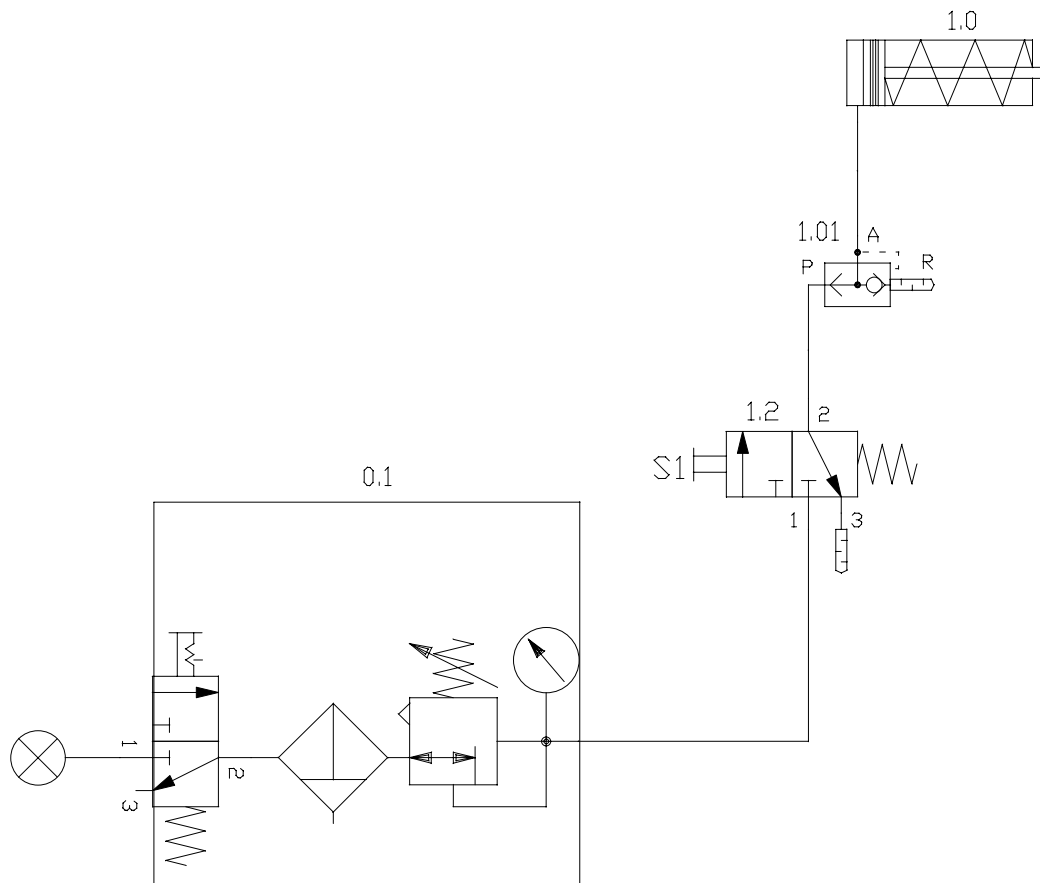
Solução B: Controle de saída.

Já no controle de saída, as válvulas reguladoras de fluxo são montadas controlando a vazão do ar que sai das câmaras do cilindro, tanto no avanço como no retorno. Sendo assim, a válvula 1.02, agora montada na linha da câmara dianteira do cilindro, controla a velocidade de avanço da haste, enquanto que a válvula 1.01, montada agora na linha da câmara dianteira, regula a velocidade de retorno.

Ensaio 8: Comando de um cilindro de ação simples com retorno por mola de dois locais diferentes entre si.

Neste caso, acionando-se o botão S1 **ou** o S2, a haste do cilindro avança comprimindo a mola. A válvula alternadora 1.6, também conhecida como elemento OU, permite que o cilindro possa ser comandado de dois locais diferentes, dirigindo o fluxo do ar comprimido, proveniente da válvula que foi acionada, para a câmara traseira do cilindro e, ao mesmo tempo, impedindo sua descarga para a atmosfera através dos pórticos 2 e 3 da outra válvula que permanece desacionada.

Para que ocorra o retorno do cilindro, os botões S1 e S2 devem estar desacionados.

Ensaio 9: Comando bi-manual de um cilindro de ação simples com retorno por mola.

Neste caso, a haste do cilindro avança somente quando os dois botões S1 **e** S2 forem acionados ao mesmo tempo ou simultaneamente. A válvula de simultaneidade 1.6, também conhecida como elemento E, garante que se apenas um botão de comando for acionado, o cilindro não avança, recurso muito utilizado no comando de movimentos que podem oferecer riscos de acidentes para o operador. Dessa forma, o avanço do cilindro só ocorrerá por meio de um comando bi-manual, ou seja, somente quando os dois botões de comando estiverem acionados.

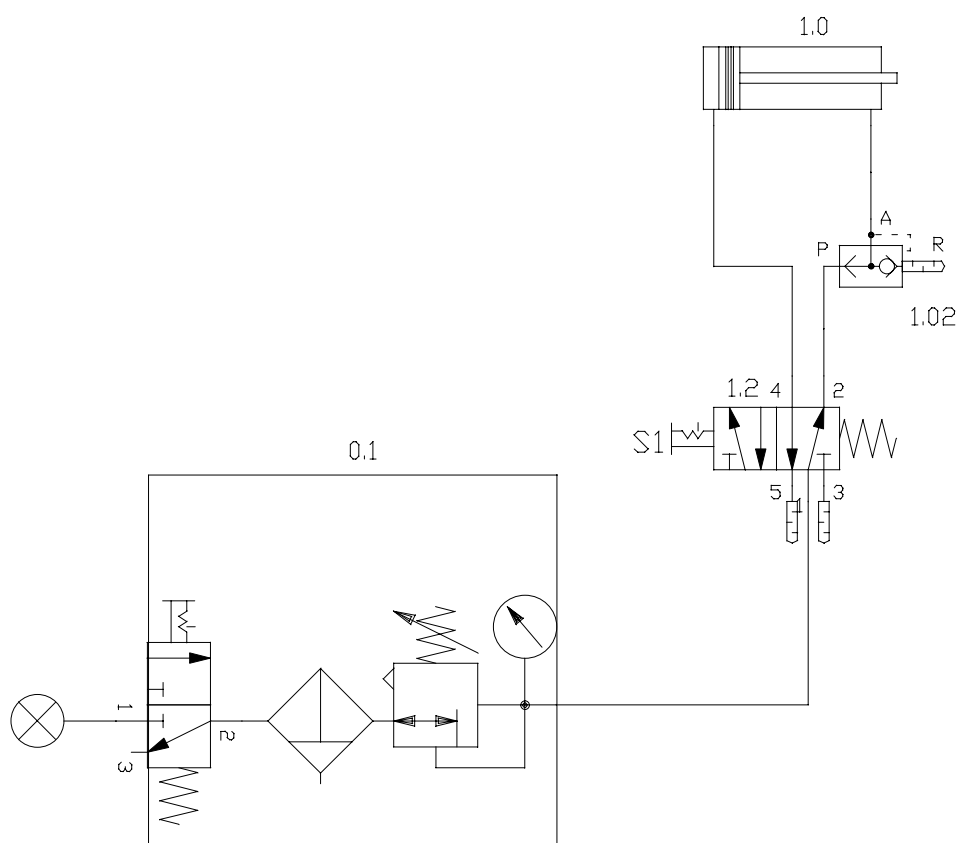
Para que ocorra o retorno do cilindro, basta soltar qualquer um dos botões, S1 ou S2.

Ensaio 10: Retorno rápido de um cilindro de ação simples a sua posição inicial.

Quando um cilindro de ação simples com retorno por mola deve retornar rapidamente a sua posição inicial, com uma velocidade acima do normal, devemos reduzir o atrito de saída do ar acumulado na sua câmara traseira. Isto se consegue por meio da utilização de uma válvula de escape rápido.

Quando o botão S1 da válvula de comando for acionado, o ar comprimido flui para a câmara traseira do cilindro, através da válvula de escape rápido 1.01, fazendo com que a haste do cilindro avance normalmente.

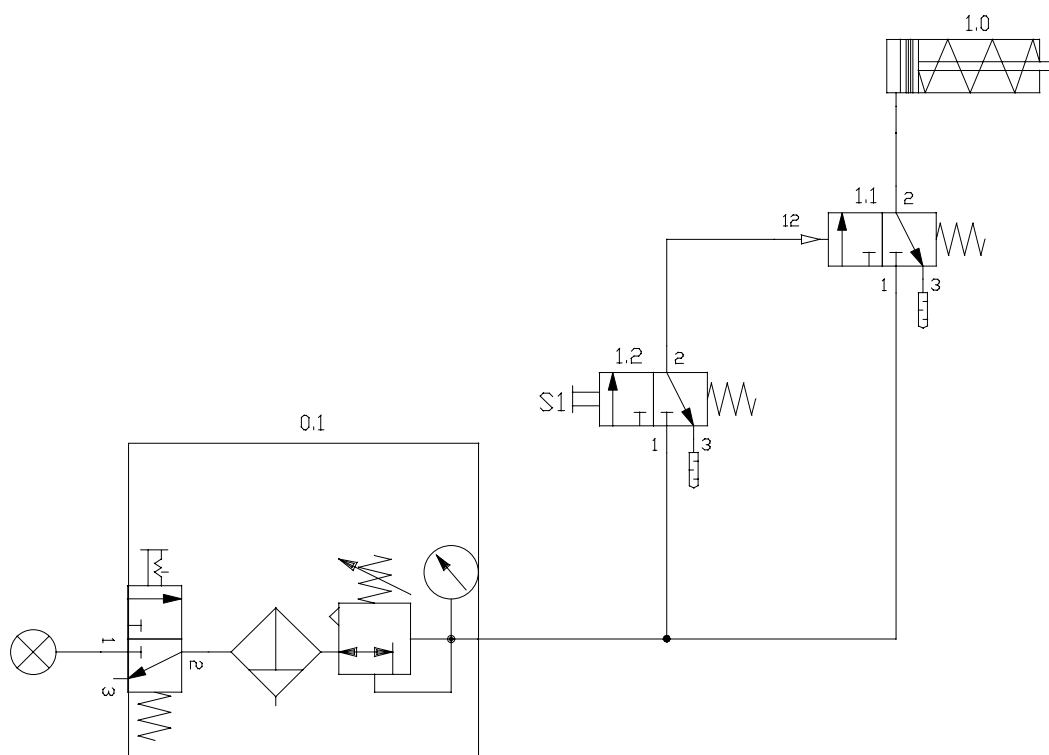
Soltando-se o botão S1, o ar acumulado na câmara traseira do cilindro flui rapidamente para a atmosfera, através da válvula de escape rápido 1.01, sem ter que passar por toda a tubulação e pela válvula de comando. Dessa forma, reduzindo-se o atrito de saída do ar para a atmosfera, a mola do cilindro retorna a haste com maior velocidade.

Para maior eficiência da válvula de escape rápido, esta deverá ser montada o mais próximo possível do cilindro.

Ensaio 11: Avanço rápido de um cilindro de ação dupla.

Quando a haste de um cilindro de ação dupla deve avançar rapidamente, com uma velocidade acima do normal, devemos reduzir o atrito de saída do ar acumulado na sua câmara dianteira, dando condições para que o comprimido introduzido na câmara traseira possa avançar o cilindro com maior velocidade. Isto se consegue por meio da utilização de uma válvula de escape rápido, montada o mais próximo possível do pórtico de retorno do cilindro.

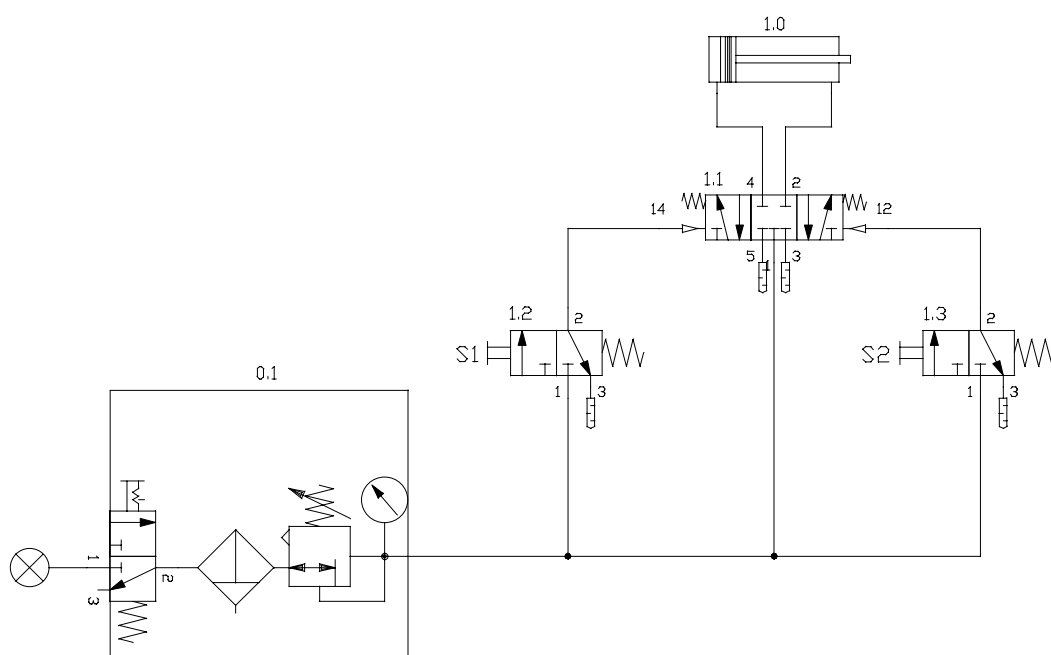
Quando o botão S1 da válvula de comando for acionado, o ar comprimido flui para a câmara traseira do cilindro, fazendo com que a haste do cilindro avance. O ar acumulado na câmara dianteira flui rapidamente para a atmosfera, através da válvula de escape rápido 1.02, sem ter que passar por toda a tubulação e pela válvula de comando. Dessa forma, reduzindo-se o atrito de saída do ar para a atmosfera, a haste do cilindro avança com maior velocidade.

Acionando-se o botão S1 no sentido contrário, o ar a haste do cilindro retorna normalmente pois a válvula de escape rápido 1.02 não interfere no movimento de retorno.

Ensaio 12: Comando indireto de um cilindro de ação simples com retorno por mola.

Neste caso, a válvula 1.2, acionada pelo operador, não comanda mais os movimentos do cilindro. Trata-se agora de uma válvula piloto, normalmente de acionamento leve e de pequeno porte, cuja função é apenas emitir um sinal para a válvula principal 1.1 a qual deverá comandar todos os movimentos o atuador.

Acionando-se o botão S1 da válvula piloto 1.2, esta emite um sinal pneumático que inverte a posição da válvula de comando principal 1.1, fazendo com que a haste do cilindro avance.

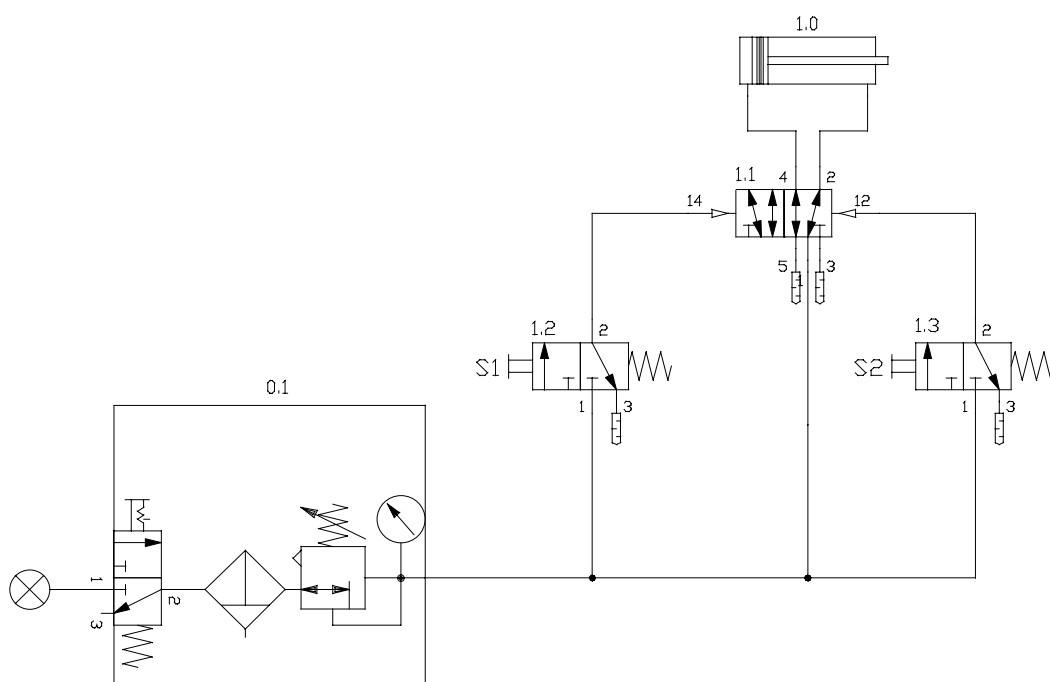
Soltando-se o botão S1, o sinal de pilotagem da válvula de comando principal 1.1 é interrompido, a válvula 1.1 volta a sua posição inicial e a haste do cilindro retorna.

Ensaio 13: Comando indireto de um cilindro de ação dupla com possibilidade de parada do movimento da haste em qualquer posição de seu curso.

Acionando-se o botão S1, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance.

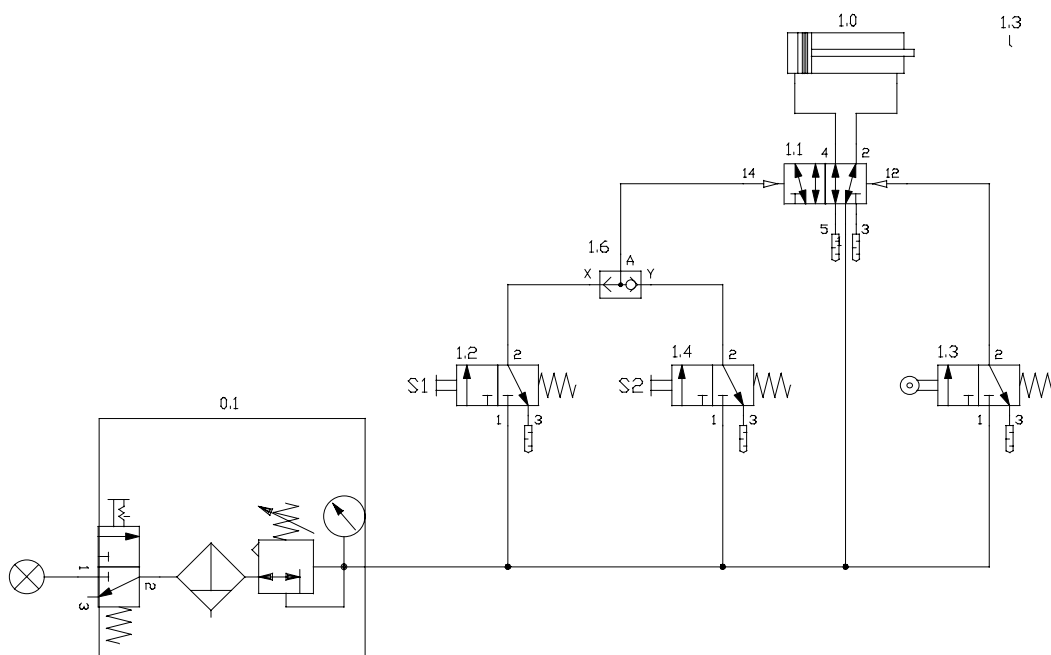
Soltando-se o botão S1, as molas reposicionam a válvula de comando principal 1.1 na sua posição central, bloqueando a passagem do ar em todos os pórticos e interrompendo o movimento de avanço do cilindro. Dessa forma, é possível parar o movimento da haste em qualquer ponto de seu curso.

Acionando-se o botão S2, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne.

Da mesma maneira, soltando-se o botão S2, as molas reposicionam a válvula de comando principal 1.1 na sua posição central, interrompendo também o movimento de retorno do cilindro, o que torna possível parar novamente o movimento da haste em qualquer ponto de seu curso de retorno.

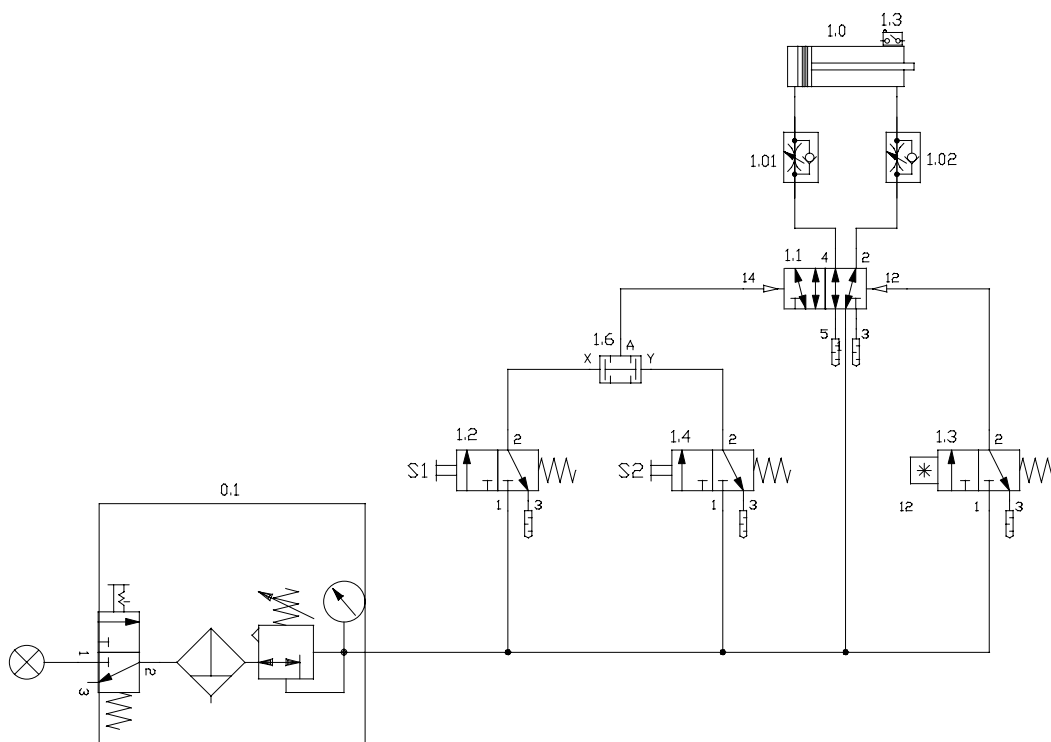
Ensaio 14: Comando indireto de um cilindro de ação dupla por meio de uma válvula do tipo memória.

Acionando-se o botão S1, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance. Como se trata de uma válvula de impulso, com a característica de memorizar o último comando, mesmo que o botão S1 seja desacionado interrompendo o sinal de pilotagem, a válvula principal 1.1 permanece acionada para a direita, fazendo com que a haste do cilindro continue avançando.

Acionando-se o botão S2, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne. Mais uma vez a função de memória pode ser observada pois, mesmo que o botão S2 seja desacionado interrompendo o sinal de pilotagem, a válvula principal 1.1 permanece acionada para a esquerda e a haste do cilindro prossegue no seu movimento de retorno.

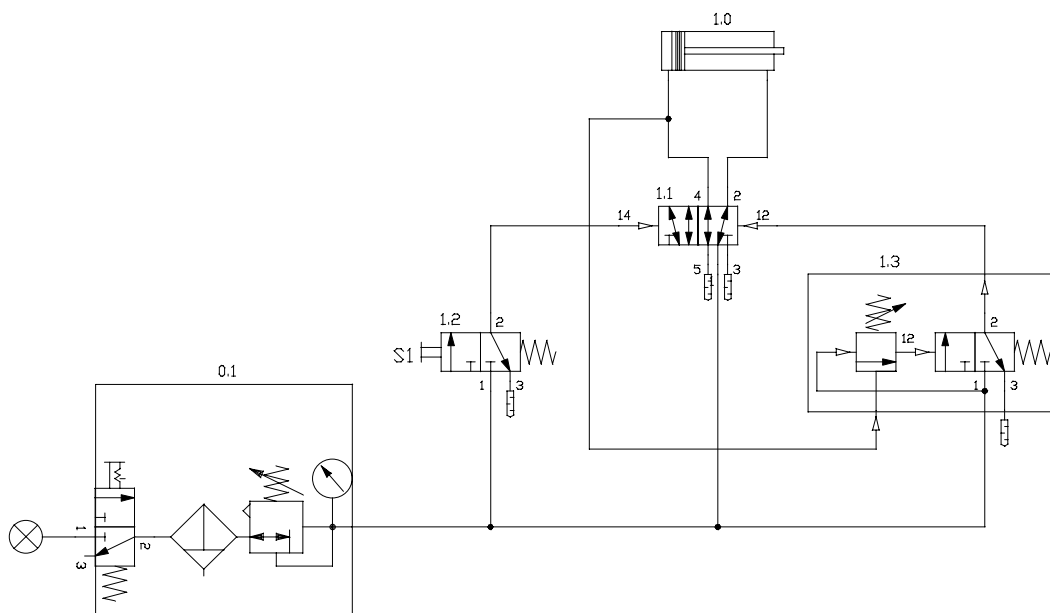
Ensaio 15: Comando de avanço de um cilindro de ação dupla de dois locais diferentes com retorno automático à posição inicial.

Acionando-se o botão S1 ou o S2, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a direita e a haste do cilindro avança. Mesmo que o botão de comando que iniciou o movimento seja desacionado, a característica de memorização do último acionamento da válvula 1.1 faz com que a haste do cilindro continue avançando.

Ao alcançar o final do curso de avanço, a haste do cilindro aciona o rolete mecânico da válvula 1.3 que pilota a válvula principal 1.1 para a esquerda, provocando o movimento de retorno automático do cilindro.

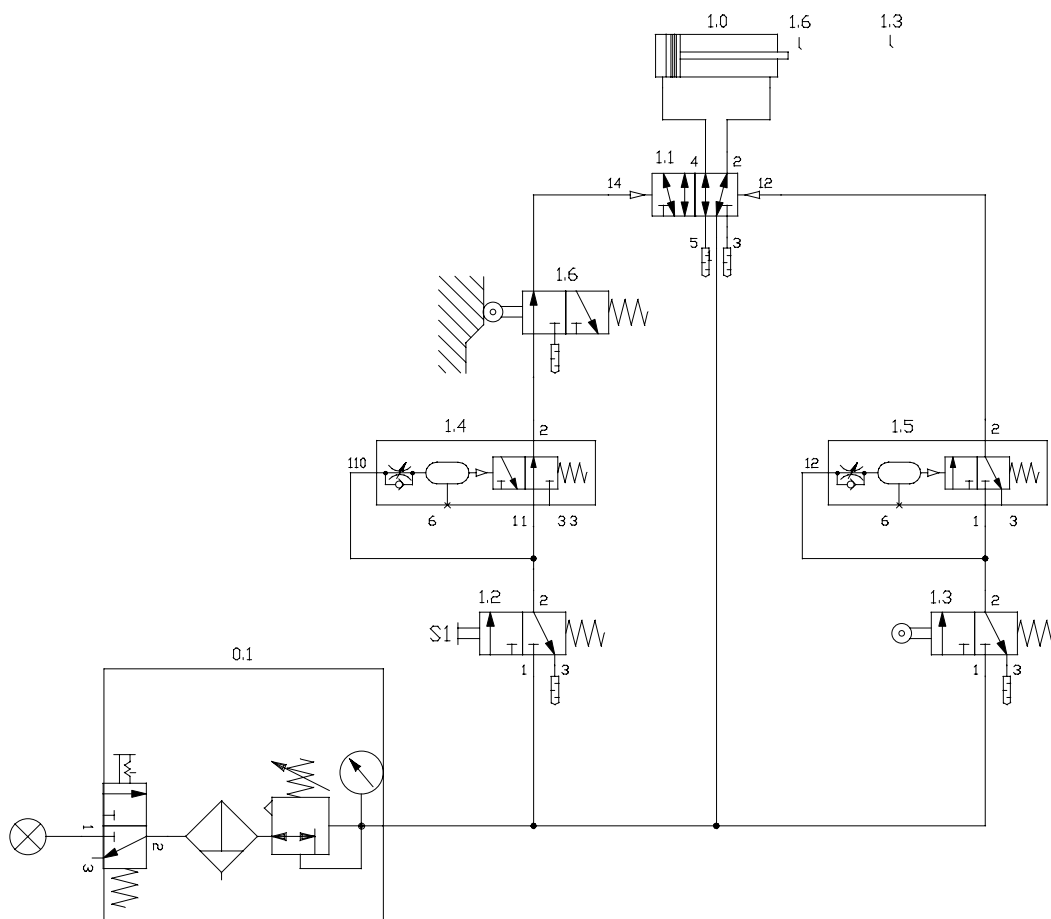
Quando a haste do cilindro começa a retornar, o rolete mecânico da válvula 1.3 é desacionado mas o cilindro prossegue no seu movimento de retorno, devido à característica de memorização da válvula de comando principal 1.1.

Ensaio 16: Comando bi-manual de um cilindro de ação dupla com velocidades controladas e retorno automático produzido por um sensor de aproximação magnético, sem contato físico.

Acionando-se os botões S1 e S2, a válvula 1.1 é pilotada para a direita e a haste do cilindro avança com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.02, montada na saída do ar acumulado na câmara dianteira do cilindro.

Quando a haste alcança o final do curso de avanço, o sensor magnético 1.3, montado na carcaça do cilindro próximo à tampa dianteira, é sensibilizado pelo campo magnético gerado pelo êmbolo e pilota a válvula 1.1 para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro inicie automaticamente o movimento de retorno.

Ensaio 17: Retorno automático de um cilindro de ação dupla quando for atingida a pressão pré-programada em uma válvula de seqüência.

Acionando-se o botão S1, a válvula de comando principal 1.1 é pilotada para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance. Ao mesmo tempo, a linha de pilotagem da válvula de seqüência 1.3, ligada à câmara traseira do cilindro, também é alimentada com uma pressão inferior à tensão de sua mola, considerando-se que enquanto a haste do cilindro estiver em movimento a pressão na linha de avanço é pequena.

Quando a haste alcança o final do curso de avanço, a pressão na câmara traseira do cilindro aumenta e atinge o valor de regulagem da mola da válvula de seqüência 1.3, a qual pilota a válvula principal 1.1 para a esquerda, provocando o movimento de retorno imediato da haste do cilindro.

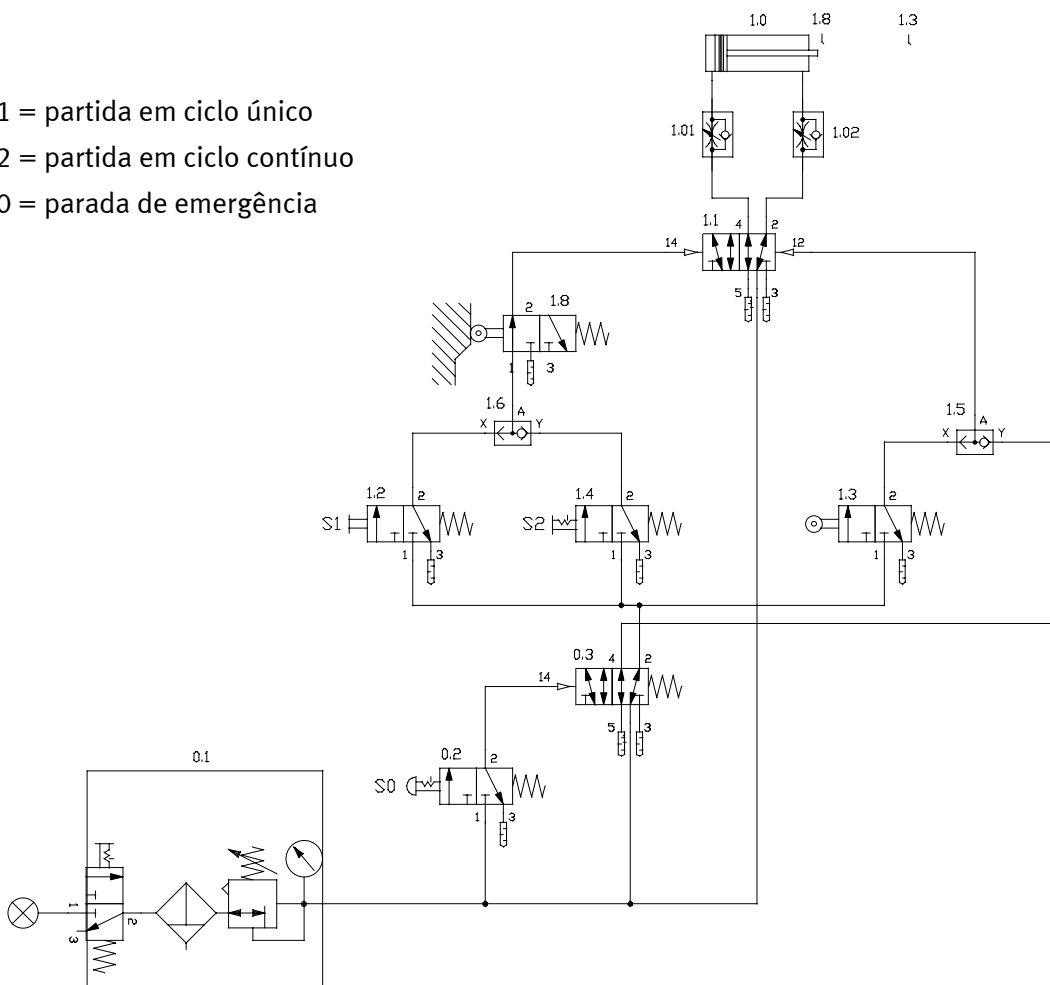
Ensaio 18: Comando de um cilindro de ação dupla, com retorno automático e parada temporizada no final do curso de avanço.

A partida do movimento de avanço da haste do cilindro é produzida pelo botão S1 da válvula de sinal 1.2.

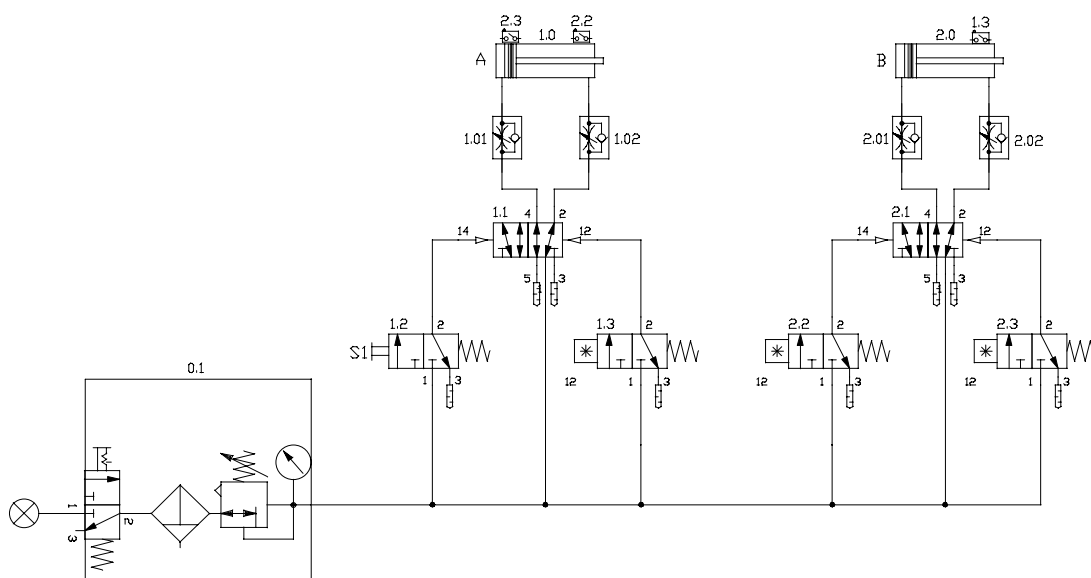
O temporizador 1.5 controla o tempo de parada da haste do cilindro, no final do curso de avanço.

A válvula de rolete 1.6 garante o retorno da haste do cilindro à posição inicial, mesmo que o operador mantenha o botão S1 acionado.

O temporizador 1.4 impede que um novo ciclo seja iniciado quando a haste do cilindro alcança o final do curso de retorno, se o operador mantiver o botão S1 acionado. Para uma nova partida, o operador deverá soltar o botão S1 e acioná-lo novamente.

Ensaio 19: Partida em ciclo único ou contínuo de um cilindro de ação dupla, com retorno automático, controle de velocidade e parada de emergência na posição inicial.

S1 = partida em ciclo único
S2 = partida em ciclo contínuo
S0 = parada de emergência

Toda vez que for acionado o botão de emergência S0, a haste do cilindro retorna a sua posição inicial, tenha ou não completado o ciclo de movimentos. Para uma nova partida, em ciclo único ou contínuo, o operador deverá destravar o botão de emergência S0.

Ensaio 20: Seqüência de movimentos A+B+A-B- com comando dos passos por sensores magnéticos de proximidade.

Acionando-se o botão de partida S1, a haste do cilindro A avança, primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Quando a haste do cilindro A alcança o final do curso de avanço, o sensor magnético 2.2 é sensibilizado e pilota o avanço da haste do cilindro B, segundo passo da seqüência de movimentos do circuito.

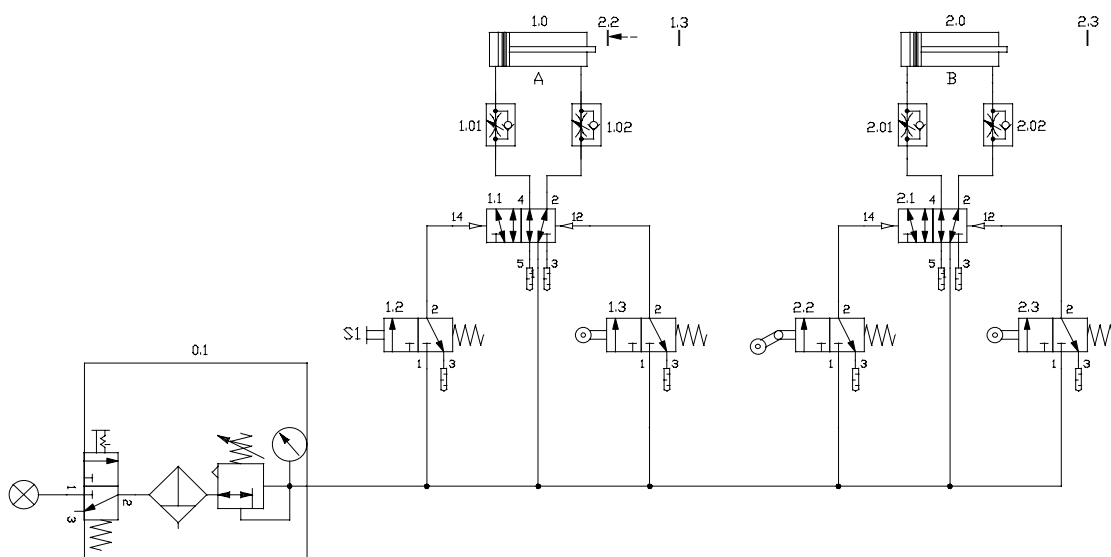
Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor magnético 1.3 é sensibilizado e pilota o retorno da haste do cilindro A, terceiro passo da seqüência de movimentos.

Quando a haste do cilindro A alcança o final do curso de retorno, o sensor magnético 2.3 é sensibilizado e pilota o retorno da haste do cilindro B, quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, o ciclo de movimentos do circuito é finalizado.

Uma nova partida poderá ser comandada por meio de um novo acionamento do botão S1.

Ensaio 21: Seqüência de movimentos A+A-B+B-

Solução A: Sobreposição de sinais evitada por meio de gatilho.

Acionando-se o botão de partida S1, a haste do cilindro A avança, primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

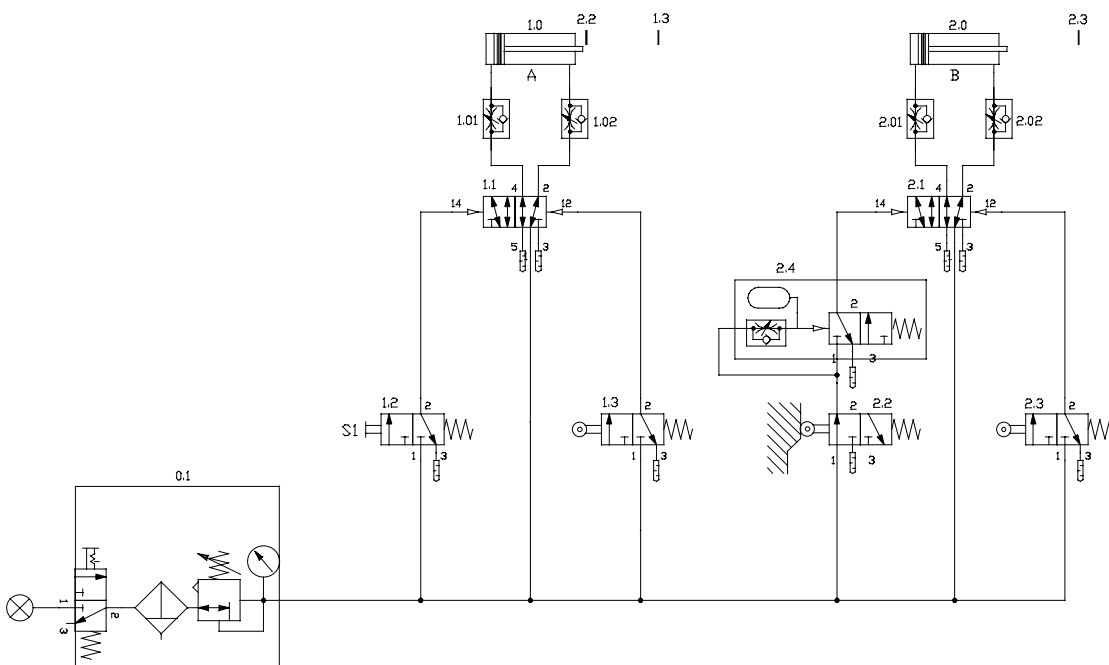
Quando a haste do cilindro A alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.2 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, segundo passo da seqüência de movimentos.

Alguns milímetros antes da haste do cilindro A chegar ao final do curso de retorno, o gatilho da válvula 2.2 é acionado e pilota o avanço da haste do cilindro B, terceiro passo da seqüência de movimentos.

Quando a haste do cilindro B alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.3 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, o ciclo de movimentos do circuito é finalizado.

O gatilho da válvula 2.2 evita que ocorra uma sobreposição de sinais que impediria o retorno da haste do cilindro B, quando o rolete mecânico da válvula 2.3 fosse acionado. Além disso, alimentando-se o circuito com ar comprimido, a haste do cilindro B iniciaria seu movimento de avanço, antes mesmo do botão de partida S1 ser acionado, o que interferiria no ciclo de movimentos do circuito.

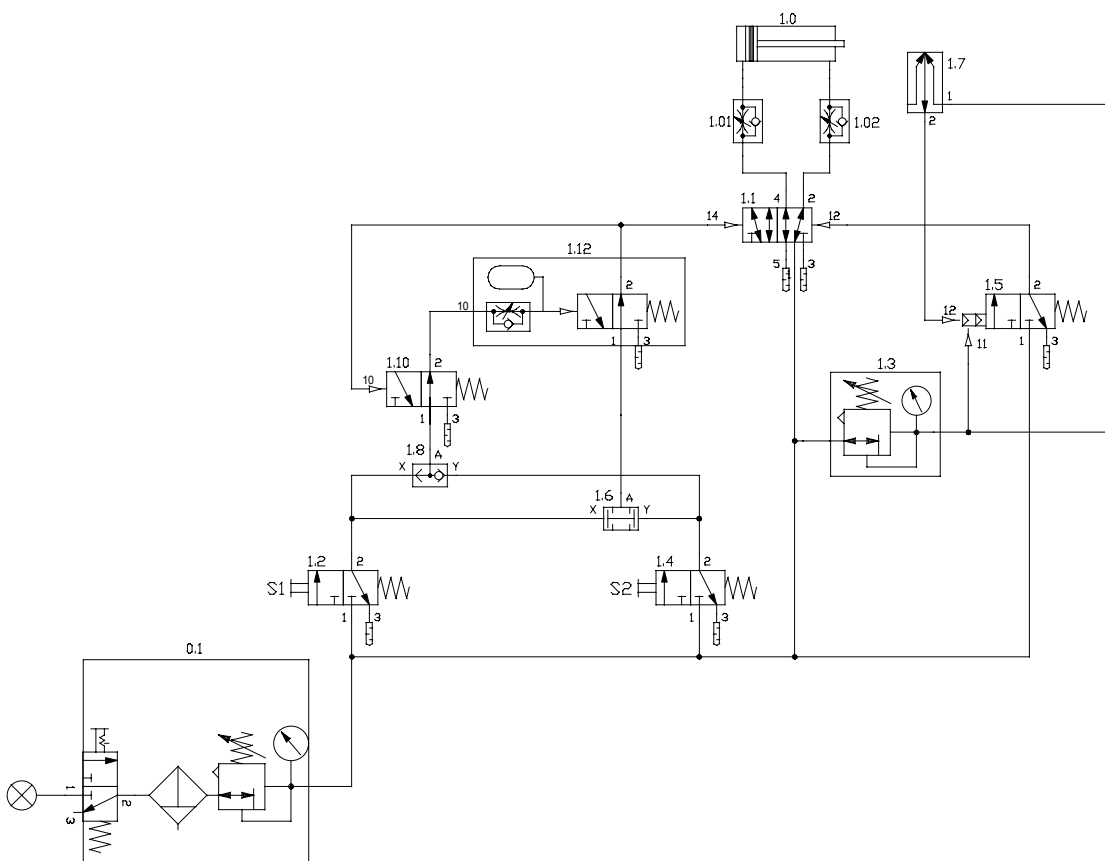
Solução B: Sobreposição de sinais evitada por meio de temporizador.

Acionando-se o botão de partida S1, a haste do cilindro A avança, primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Quando a haste do cilindro A alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.2 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, segundo passo da seqüência de movimentos.

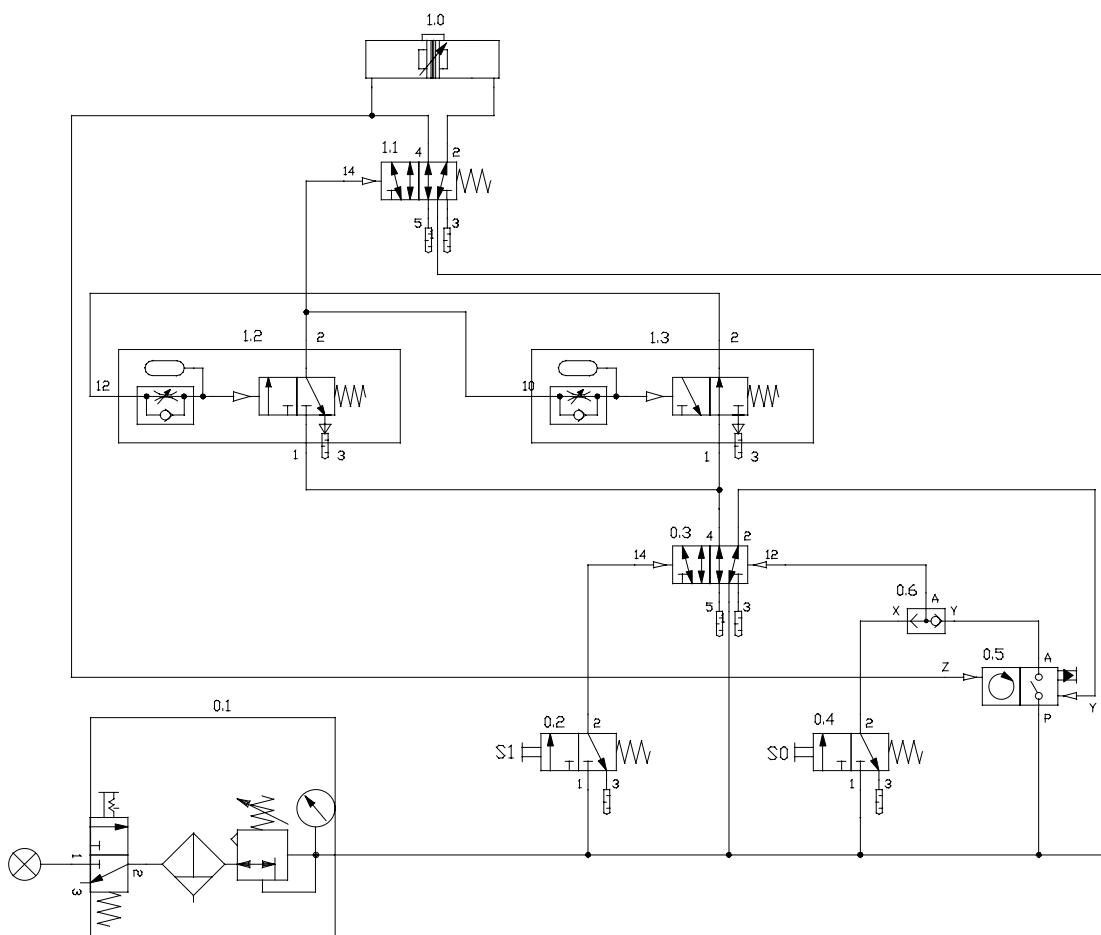
Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o rolete da válvula 2.2 é acionado e pilota o avanço da haste do cilindro B, terceiro passo da seqüência de movimentos. Ao mesmo tempo, a válvula 2.2 pressuriza o piloto do temporizador 2.4 que, antes da haste do cilindro B alcançar o final do curso de avanço, encerrando o terceiro passo da seqüência, bloqueia a passagem do ar para o piloto 14 da válvula de comando 2.1.

Quando a haste do cilindro B alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.3 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, quarto e último passo da seqüência de movimentos que somente ocorre porque o temporizador 2.4 evita a sobreposição de sinal no piloto 14 da válvula de comando 2.1.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, o ciclo de movimentos do circuito é finalizado.

Ensaio 22: Comando bi-manual de um cilindro de ação dupla, com retorno automático acionado por meio de sensor de reflexão pneumático.

A haste do cilindro avança somente quando os dois botões S1 e S2 forem acionados simultaneamente, ou com um intervalo de tempo inferior à regulagem do temporizador 1.12. Caso a diferença de tempo entre os acionamentos de S1 e S2 seja maior que o valor ajustado no temporizador, este bloqueia a passagem do ar, impedindo a pilotagem da válvula principal 1.1 para o avanço do cilindro.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, o sensor de reflexão 1.7 emite um sinal pneumático de baixa pressão ao amplificador 1.5 que se encarrega de pilotar a válvula principal 1.1 para que ocorra o retorno automático da haste do cilindro.

Ensaio 23: Contagem do ciclo de movimentos de um cilindro sem haste, comandado por um circuito flip-flop, montado a partir de dois temporizadores.

Acionando-se o botão de partida S1, a válvula 0.3 alimenta os temporizadores e despressuriza o pórtico de reset Y do contador pneumático 0.5.

O temporizador NA pressuriza o piloto 12 do temporizador NF que, após um período de tempo previamente ajustado, abre e pilota a válvula de comando 1.1, fazendo com que a corrediça do cilindro sem haste se movimente para a direita. Ao mesmo tempo, o piloto 10 do temporizador NA é pressurizado pelo temporizador NF.

Assim que a câmara esquerda do cilindro é pressurizada, para que a corrediça se movimente para a direita, é emitido um sinal no piloto Z do contador que registra o início do primeiro ciclo de movimentos do cilindro.

O temporizador NA é ajustado para comutar sua posição, somente quando a corrediça do cilindro encerrar o movimento para a direita. Dessa forma, quando a corrediça chegar do lado direito, o temporizador NA fecha e despressuriza o piloto 12 do temporizador NF, o qual retorna imediatamente a sua posição inicial, cortando a pilotagem da válvula de comando 1.1 e despressurizando o piloto 10 do temporizador NA.

Quando a pilotagem da válvula de comando 1.1 é interrompida, a câmara direita do cilindro é pressurizada e a corrediça começa a se movimentar para a esquerda.

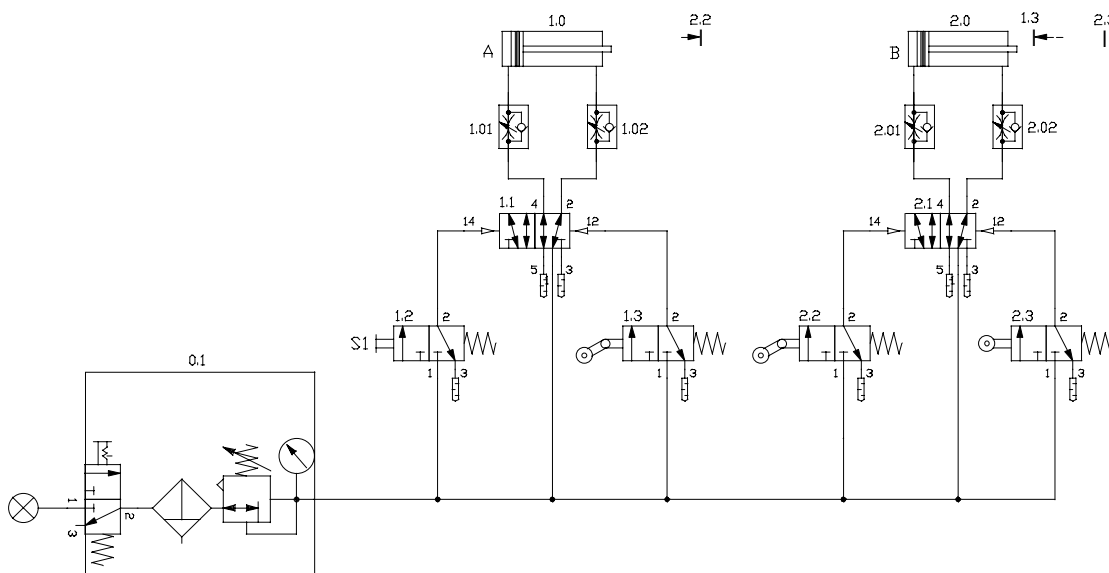
O temporizador NF é ajustado para comutar sua posição, somente quando a corrediça do cilindro encerrar o movimento para a esquerda. Assim, quando a corrediça chegar do lado esquerdo, o temporizador NF abre, pressuriza outra vez o piloto 10 do temporizador NA e pilota novamente a válvula de comando 1.1, fazendo a corrediça do cilindro se movimentar pela segunda vez para a direita e, com isso, emitindo um segundo pulso de contagem para o contador.

Dessa maneira, a corrediça do cilindro executará tantos movimentos consecutivos, para a direita e para a esquerda, quantos foram predeterminados no contador. Uma vez alcançado o número de ciclos ajustado no contador, este pilotará a válvula 0.3 para a esquerda, cortando a alimentação de ar para os temporizadores, o que interromperá o ciclo de movimentos do cilindro. Com a válvula 0.3 pilotada para a esquerda, ocorre também a pressurização do reset Y do contador, o que permite zerar o display, preparando o contador para o início de uma nova contagem, caso o botão de partida S1 seja acionado novamente.

O contador também permite que seu display seja zerado manualmente, por meio do acionamento do seu botão de reset, o que não interrompe o ciclo de movimentos da corrediça do cilindro.

A interrupção do ciclo de movimentos do cilindro pode ocorrer a qualquer momento, mesmo que a contagem predeterminada no contador não tenha sido alcançada, acionando-se o botão de parada de emergência S0.

Ensaio 24: Seqüência de movimentos A+B+B-A-

Solução A: Sobreposição de sinais evitada por meio de gatilho.

Acionando-se o botão de partida S1, a haste do cilindro A avança, primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Alguns milímetros antes da haste do cilindro A chegar ao final do curso de avanço, o gatilho da válvula 2.2 é acionado e pilota o avanço da haste do cilindro B, segundo passo da seqüência de movimentos.

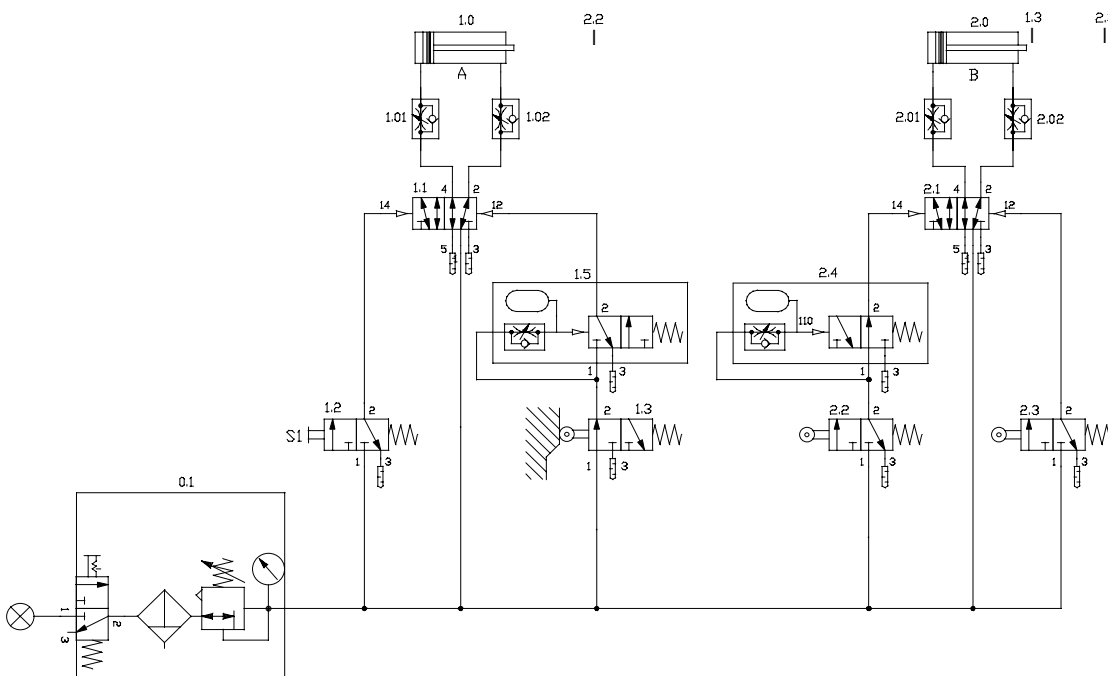
Quando a haste do cilindro B alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.3 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, terceiro passo da seqüência de movimentos.

O gatilho da válvula 2.2 evita que ocorra uma sobreposição de sinais que impediria o retorno da haste do cilindro B, quando o rolete mecânico da válvula 2.3 fosse acionado.

Alguns milímetros antes da haste do cilindro B chegar ao final do curso de retorno, o gatilho da válvula 1.3 é acionado e pilota o retorno da haste do cilindro A, quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, o ciclo de movimentos do circuito é finalizado.

O gatilho da válvula 1.3 evita que ocorra outra sobreposição de sinais que impediria uma nova partida, quando o botão S1 fosse acionado pelo operador.

Solução B: Sobreposição de sinais evitada por meio de temporizador.

Acionando-se o botão de partida S1, a haste do cilindro A avança, primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

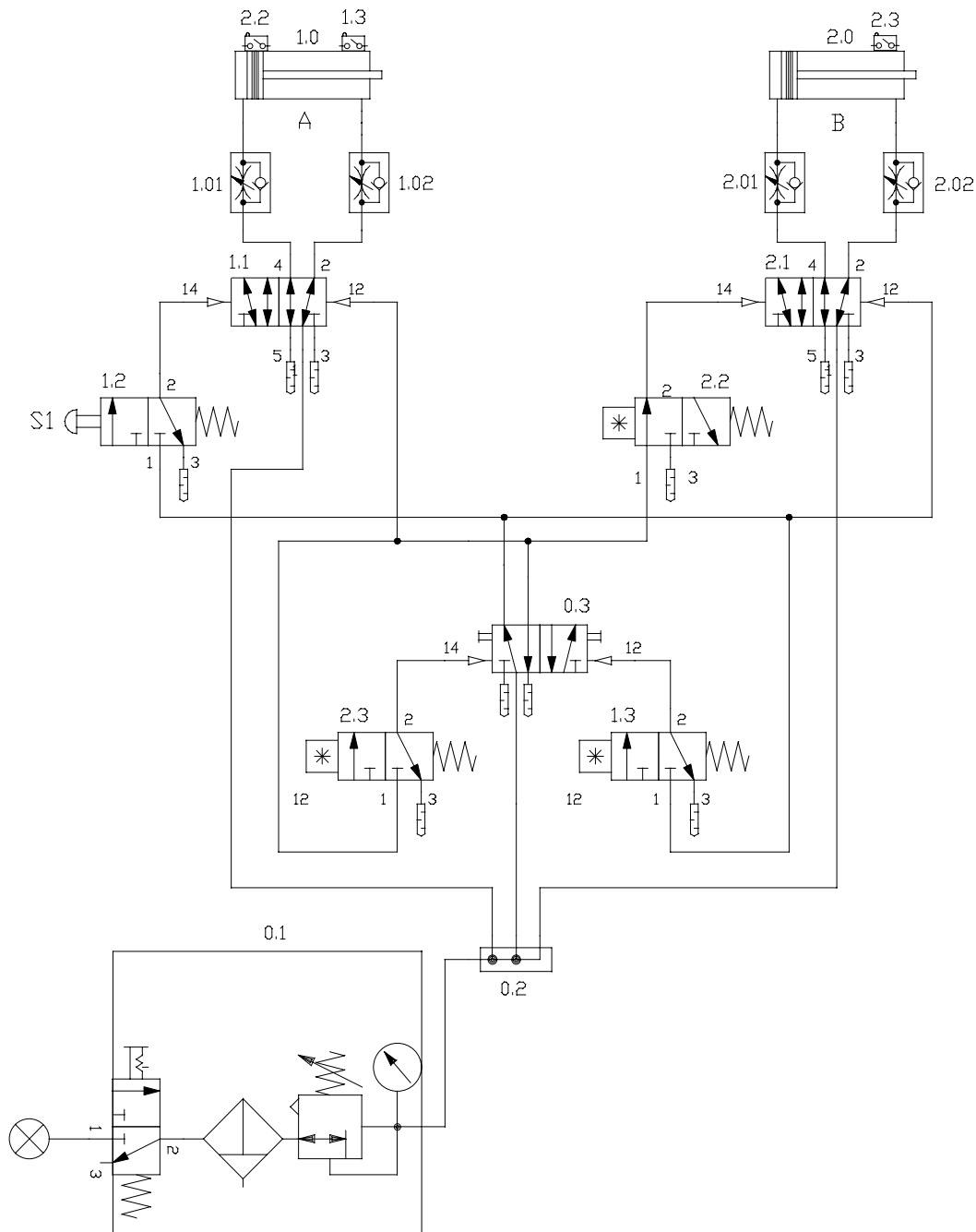
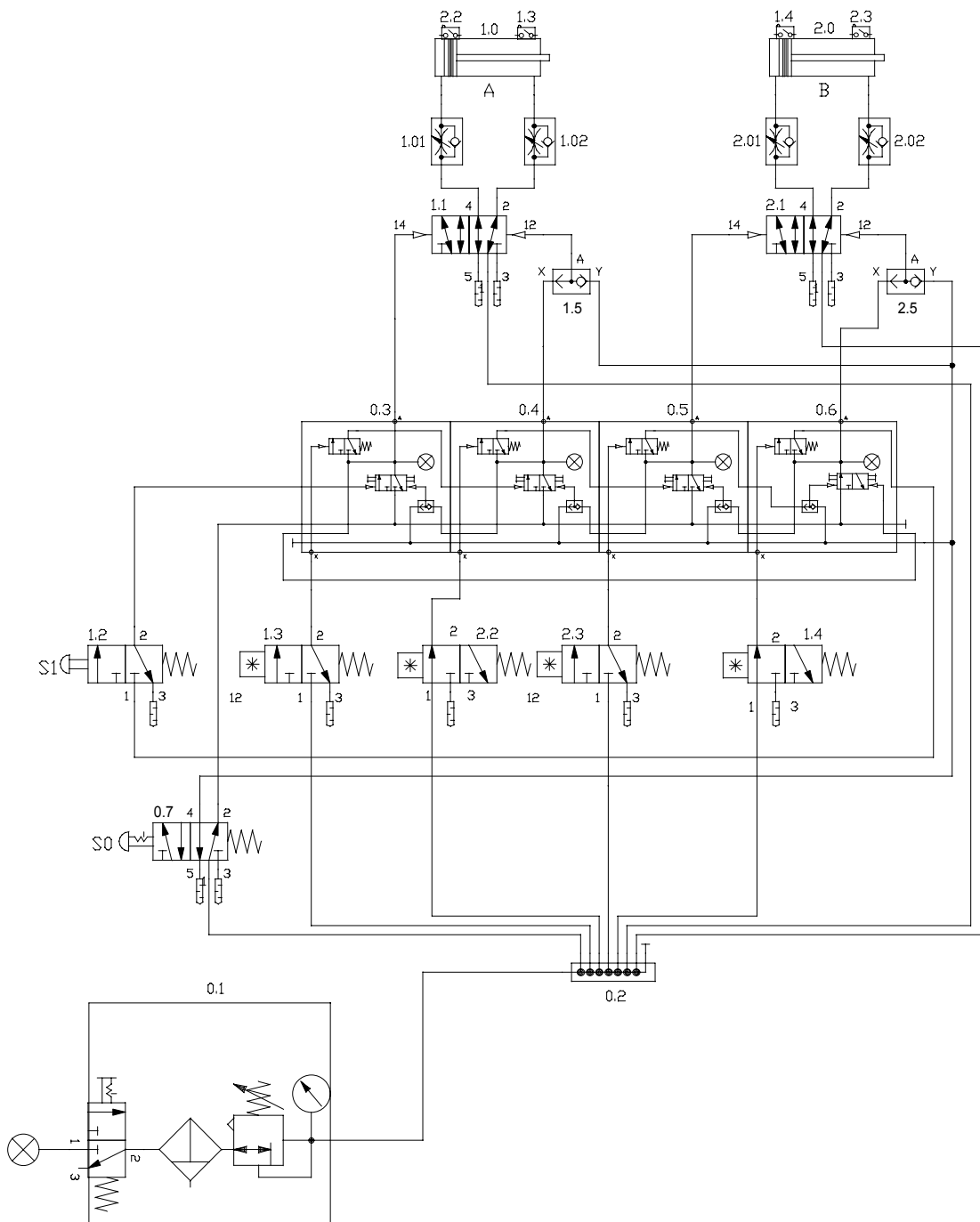
Quando a haste do cilindro A alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.2 é acionado e pilota o avanço da haste do cilindro B, segundo passo da seqüência de movimentos. Ao mesmo tempo, a válvula 2.2 pressuriza o piloto do temporizador 2.4 que, antes da haste do cilindro B alcançar o final do curso de avanço, encerrando o segundo passo da seqüência, bloqueia a passagem do ar para o piloto 14 da válvula de comando 2.1.

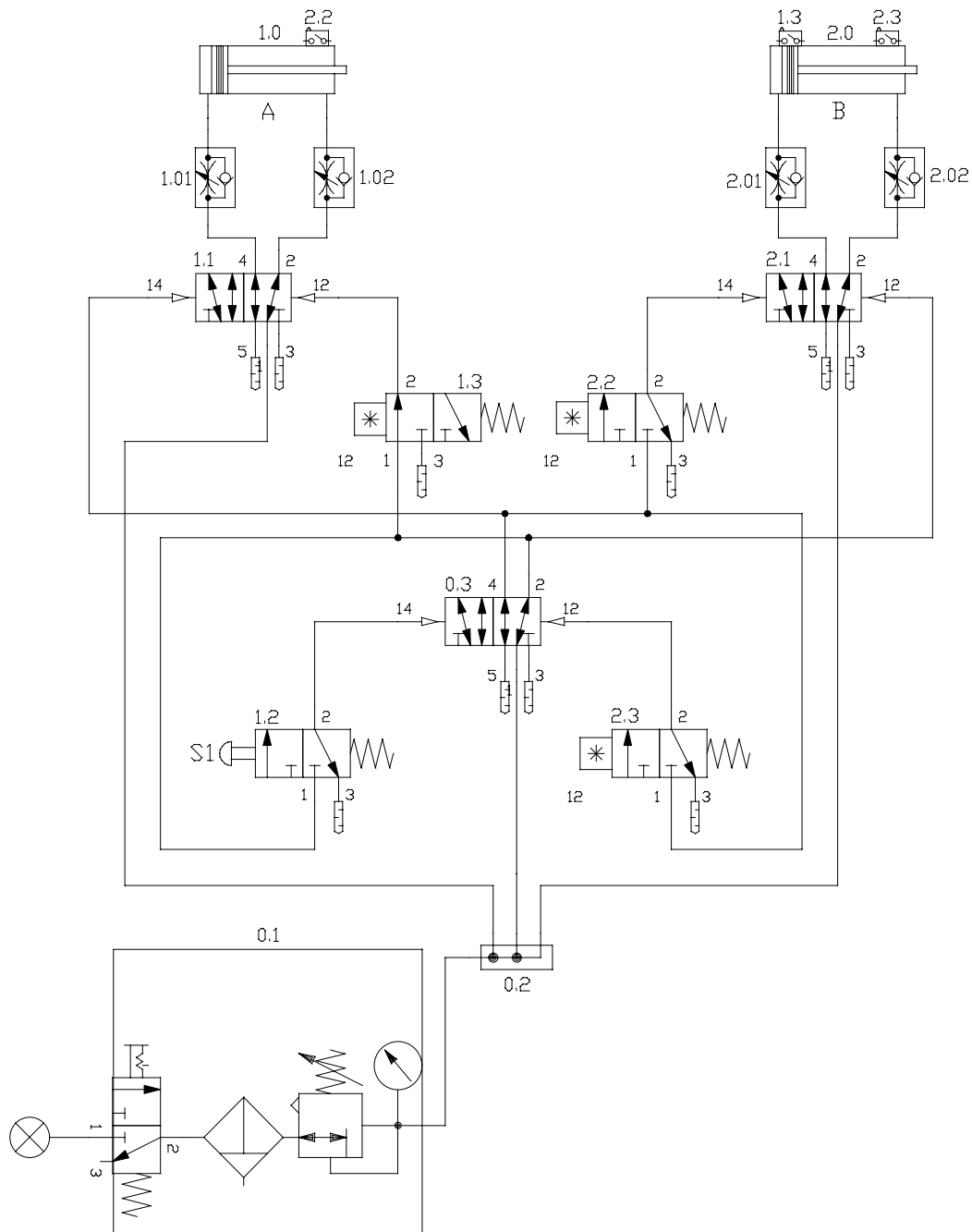
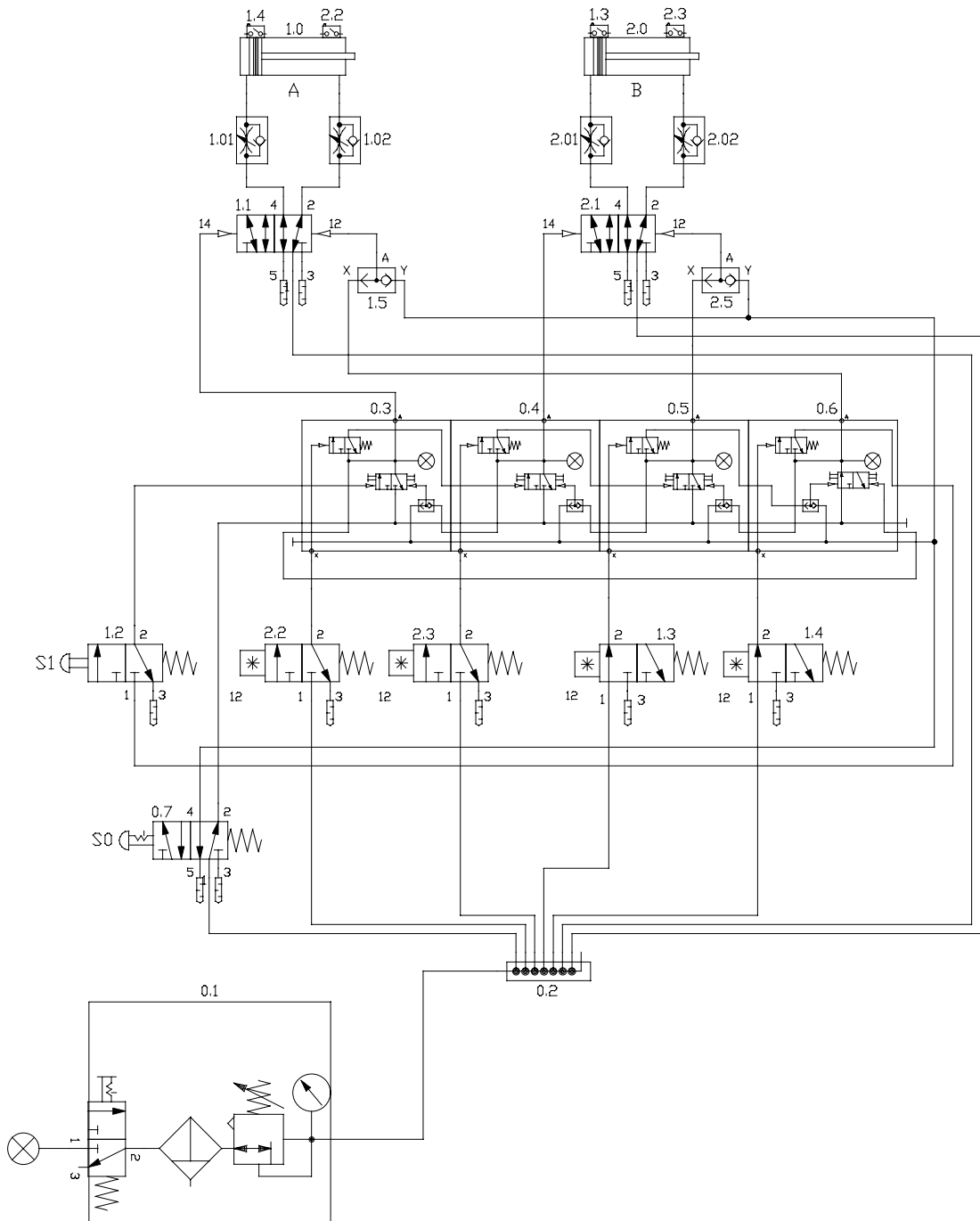
Quando a haste do cilindro B alcança o final do curso de avanço, o rolete mecânico da válvula 2.3 é acionado e pilota o retorno da haste do mesmo cilindro, terceiro passo da seqüência de movimentos que somente ocorre porque o temporizador 2.4 evita a sobreposição de sinal no piloto 14 da válvula de comando 2.1.

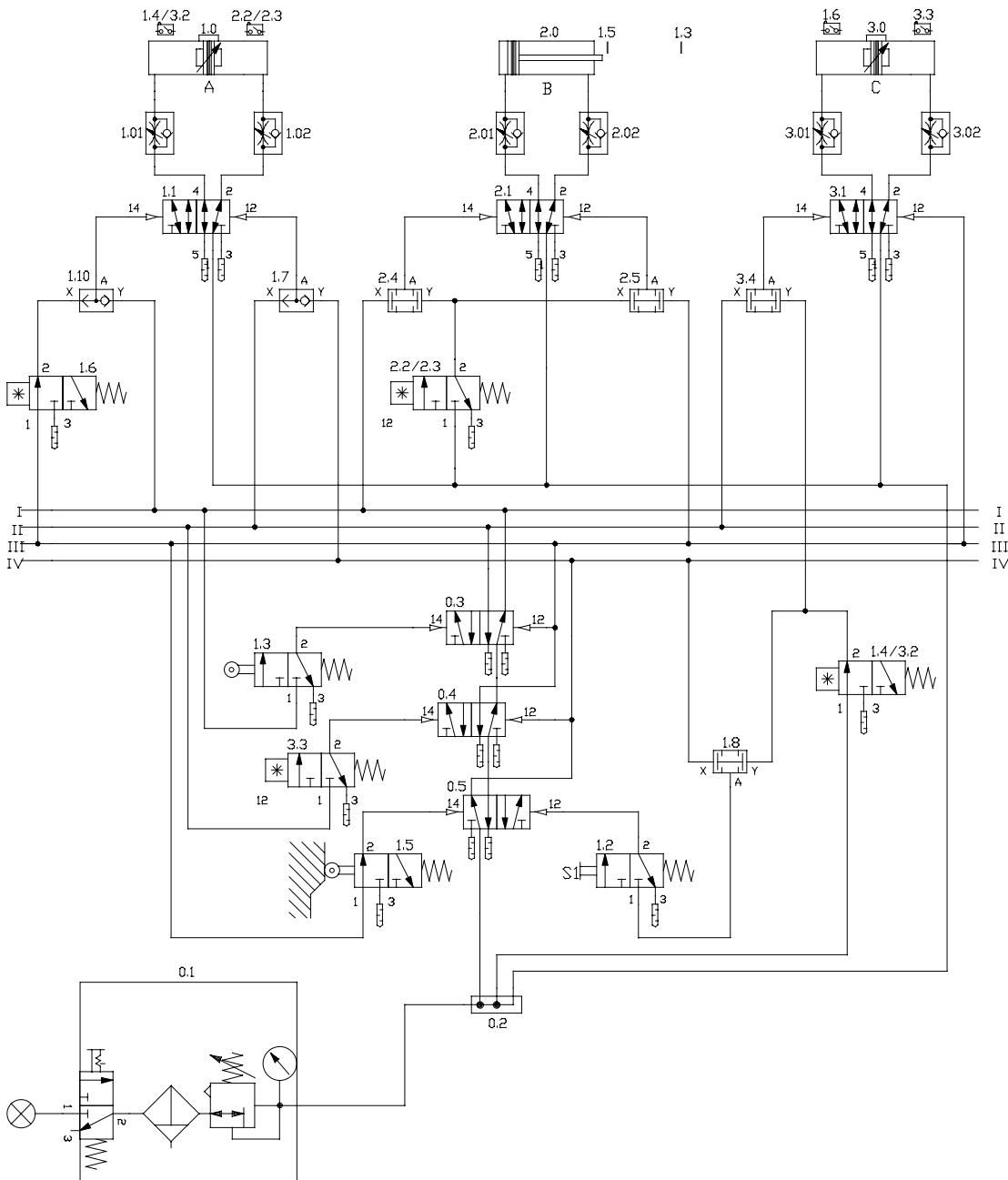
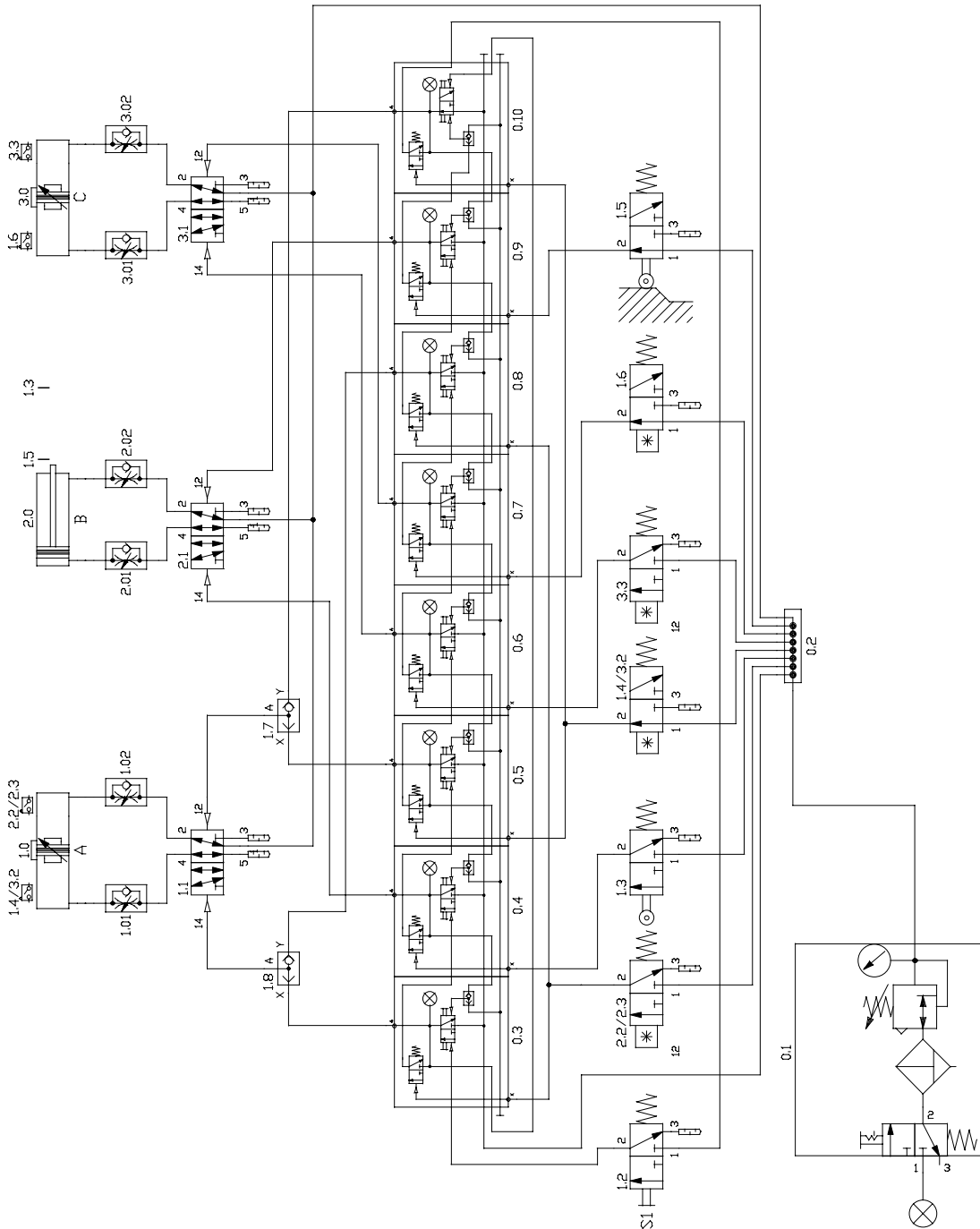
Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, o rolete da válvula 1.3 é acionado e pilota o retorno da haste do cilindro A, quarto e último passo da seqüência de movimentos. Ao mesmo tempo, a válvula 1.3 pressuriza o piloto do temporizador 1.5 que, antes da haste do cilindro A alcançar o final do curso de retorno, encerrando o ciclo de movimentos da seqüência, bloqueia a passagem do ar para o piloto 12 da válvula de comando 1.1.

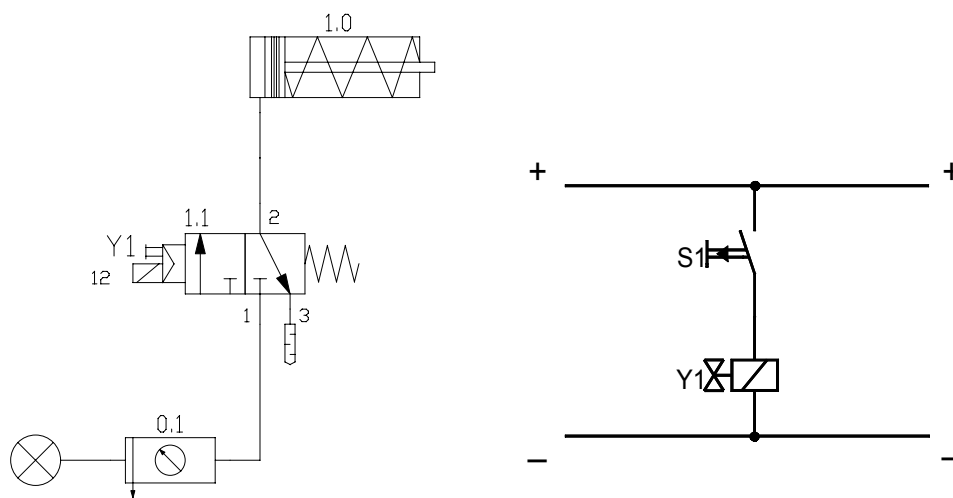
Acionando-se novamente o botão S1, um novo ciclo de movimentos poderá ser executado pois o temporizador 1.5 evita a sobreposição de sinal no piloto 12 da válvula de comando 1.1, permitindo uma nova partida.

Ensaio 25: Seqüência de movimentos A+A-B+B-

Solução A: Corte de sinal pelo método cascata.

<u>Solução B:</u> Corte de sinal pelo método passo a passo.

Ensaio 26: Seqüência de movimentos A+B+B-A-

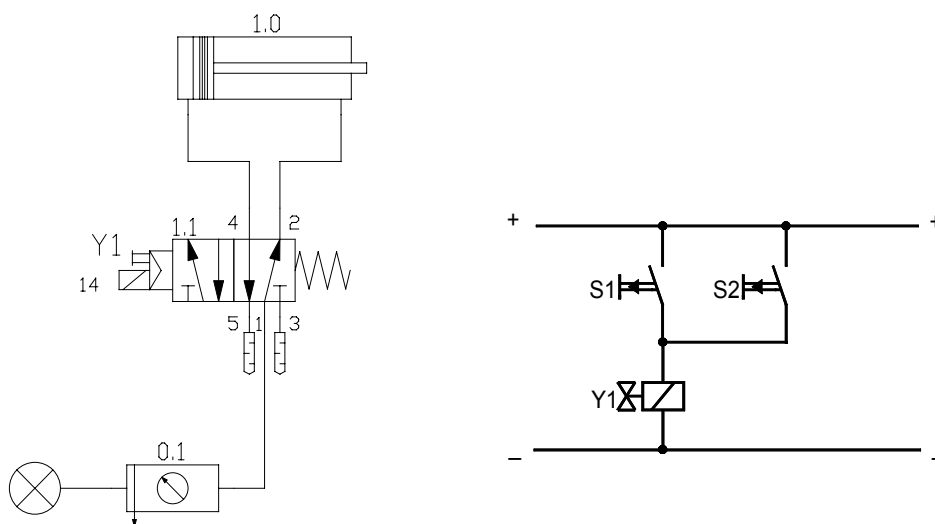
Solução A: Corte de sinal pelo método cascata.

Solução B: Corte de sinal pelo método passo a passo.

Ensaio 27: Seqüência de movimentos A→B→A←C→C←A→B←A←

Solução A: Corte de sinal pelo método cascata.

Solução B: Corte de sinal pelo método passo a passo.

Ensaios Eletropneumáticos

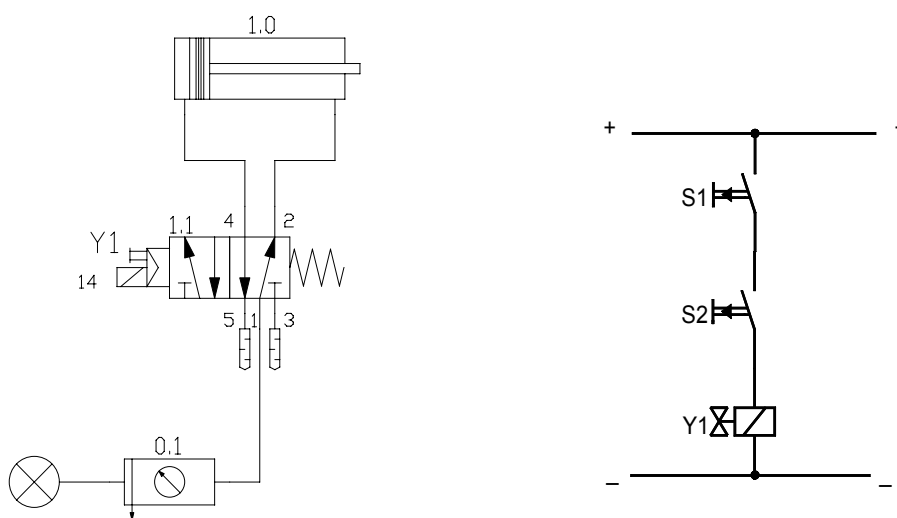
Ensaio 1: Ao acionarmos um botão de comando, a haste de um cilindro de ação simples com retorno por mola deve avançar. Enquanto mantivermos o botão acionado, a haste deverá permanecer avançada. Ao soltarmos o botão, o cilindro deve retornar a sua posição inicial.

Acionando-se o botão pulsador S1, seu contato normalmente aberto fecha e energiza a bobina do solenóide Y1 da válvula direcional, fazendo com que sua haste do cilindro avance comprimindo a mola.

Enquanto o botão de comando S1 for mantido acionado, o solenóide Y1 permanece ligado e a haste do cilindro avançada.

Soltando-se o botão pulsador S1, seu contato que havia fechado abre automaticamente e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do solenóide Y1 e fazendo com que a mola do cilindro retorne a haste para a sua posição inicial.

Ensaio 2: Um cilindro de ação dupla deve poder ser acionado de dois locais diferentes e distantes entre si como, por exemplo, no comando de um elevador de cargas que pode ser acionado tanto do solo como da plataforma.

Os contatos normalmente abertos de dois botões de comando pulsadores S1 e S2, montados em paralelo, possuem a mesma função, ou seja, ligar o solenóide Y1 da válvula direcional. Dessa forma, acionando-se o botão S1 ou S2 o contato fecha, energizando a bobina do solenóide Y1. Quando o solenóide Y1 é ligado, abre-se uma pilotagem pneumática que empurra o carretel da válvula direcional para a direita, liberando a passagem do ar comprimido do pórtico 1 para o 2 e daí para a câmara traseira do cilindro, ao mesmo tempo em que o ar acumulado na câmara dianteira é descarregado para a atmosfera do pórtico 4 para o 5 da válvula. Dessa forma, a haste do cilindro avança, tanto se o comando for efetuado pelo botão S1 como se for ativado pelo S2.

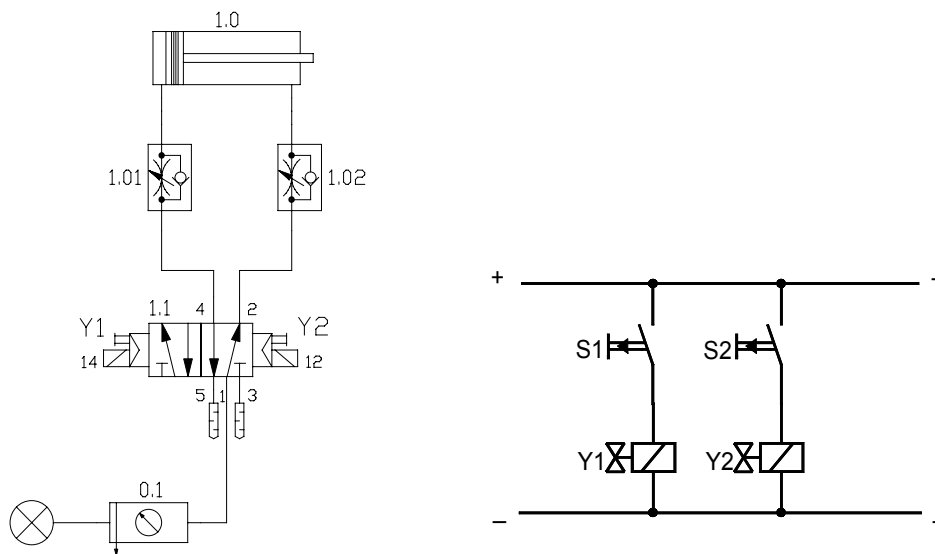
Soltando-se o botão que foi acionado, seu contato volta a abrir, interrompendo a passagem de corrente elétrica para a bobina e desligando o solenóide Y1. Quando o solenóide Y1 é desligado, a pilotagem pneumática interna é desativada e a mola da válvula direcional volta a empurrar o carretel para a esquerda. Nessa posição, o ar comprimido flui pela válvula do pórtico 1 para o 4, fazendo com que a haste do cilindro retorne, enquanto que o ar acumulado na câmara traseira descarrega para a atmosfera, através da válvula, do pórtico 2 para o 3.

Ensaio 3: Um cilindro de ação dupla deve avançar somente quando dois botões de comando forem acionados simultaneamente (comando bi-manual). Soltando-se qualquer um dos dois botões de comando, o cilindro deve voltar imediatamente a sua posição inicial.

Para a solução deste problema, utiliza-se os contatos normalmente abertos dos dois botões de comando pulsadores S1 e S2, agora montados em série, ambos com a mesma função de ligar o solenóide Y1 da válvula direcional.

Se somente o botão S1 for acionado, seu contato fecha mas a corrente elétrica permanece interrompida no contato aberto do botão S2, mantendo a bobina do solenóide Y1 desligada. Da mesma forma, se somente o botão S2 for acionado, embora seu contato feche, a corrente elétrica se mantém interrompida pelo contato aberto do botão S1, fazendo com que a bobina do solenóide Y1 permaneça desligada.

Sendo assim, o solenóide Y1 somente poderá ser energizado se os botões S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo ou simultaneamente, isto é, um e logo em seguida o outro. Somente quando os dois botões estiverem acionados, seus contatos normalmente abertos fecham e permitem a passagem da corrente elétrica que liga o solenóide Y1, abrindo a pilotagem interna e invertendo a posição da válvula direcional que comanda o movimento de avanço da haste do cilindro.

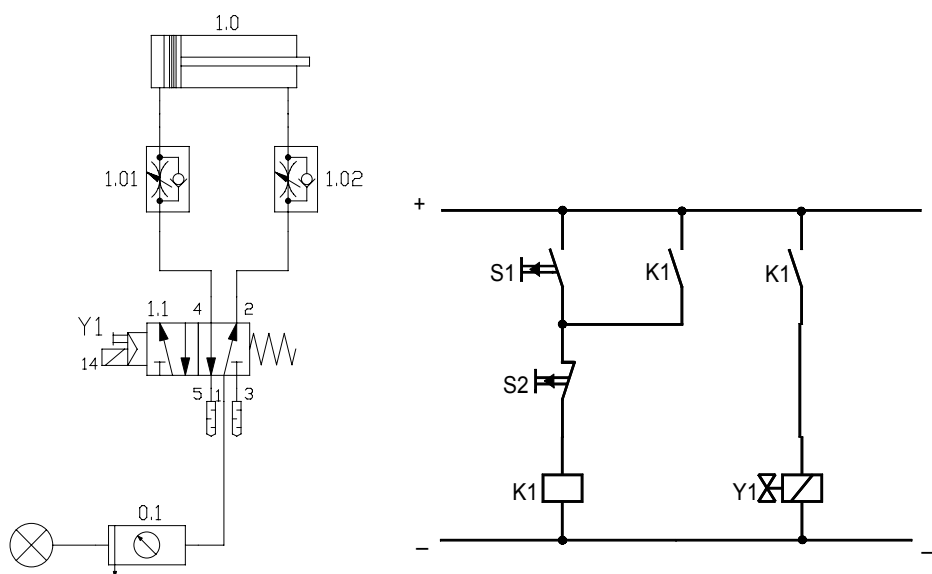
Ensaio 4: Um cilindro de ação dupla deve ser acionado por dois botões. Acionando-se o primeiro botão o cilindro deve avançar e permanecer avançado mesmo que o botão seja desacionado. O retorno deve ser comandado por meio de um pulso no segundo botão.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias acionada por duplo servocomando (válvula de impulso).

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que energiza a bobina do solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Quando o botão S1 é desacionado, desligando o solenóide Y1, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o cilindro permanece avançado. Portanto, para fazer com que a haste do cilindro avance, não é necessário manter o botão de comando S1 acionado, basta dar um pulso e soltar o botão, já que a válvula direcional memoriza o último acionamento efetuado.

O mesmo comportamento ocorre no retorno do cilindro. Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que energiza a bobina do solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

Quando o botão S2 é desacionado, desligando o solenóide Y2, como a válvula direcional tem a característica de memorizar o último acionamento efetuado, o cilindro permanece retornado.

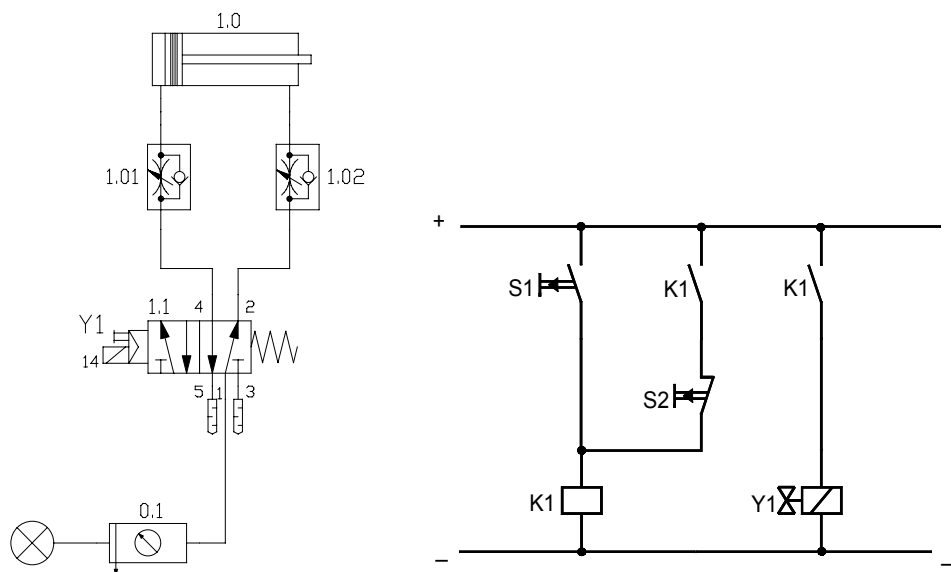
Solução B: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola, com comando elétrico de auto-retenção e comportamento de desligar dominante.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. Quando K1 é energizado, todos os seus contatos se invertem, ou seja, os normalmente abertos fecham e os fechados abrem.

Neste caso, o primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1, paralelamente ao botão S1, e mantendo a bobina de K1 energizada.

Um segundo contato de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, faz com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Para fazer com que a haste do cilindro retorne, basta dar um pulso no botão de comando S2. Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para a bobina do relê auxiliar K1. Imediatamente o relê K1 é desligado e todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que o botão S2 seja desacionado a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01.

Solução C: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola, com comando elétrico de auto-retenção e comportamento de ligar dominante.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que liga a bobina do relê auxiliar K1.

O primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1 e em série com o botão S2, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1 e pelo contato normal fechado de S2, paralelamente ao botão S1, e mantendo a bobina de K1 energizada.

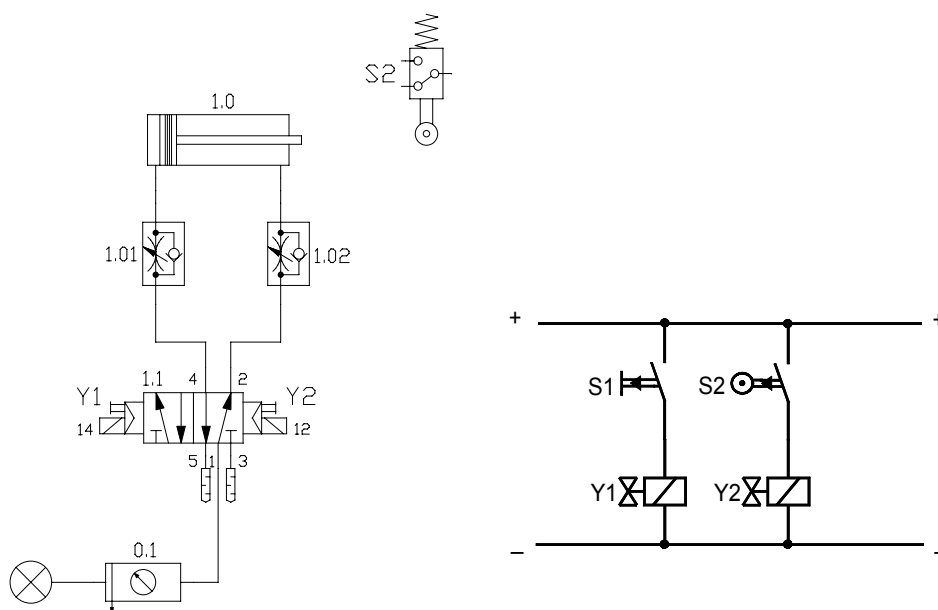
Um segundo contato de K1, utilizado no circuito, liga a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, abre a pilotagem pneumática que aciona o carretel da válvula direcional para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Para fazer com que a haste do cilindro retorne, basta dar um pulso no botão de comando S2. Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando imediatamente a bobina do relê auxiliar K1. Com o relê K1 desligado, todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que o botão S2 seja desacionado a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1. Com o solenóide Y1 desligado, o piloto interno é desativado e a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

O circuito elétrico utilizado nesta solução é chamado de comando de auto-retenção com comportamento de ligar dominante porque, se os dois botões de comando S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo, o relê K1 é energizado pelo contato do botão de comando S1. Podemos dizer que, neste caso, o botão S1 tem prioridade sobre S2 pois, se ambos forem acionados simultaneamente, prevalece como dominante a condição de ligar do contato aberto do botão de comando S1.

Ensaio 5: Um cilindro de ação dupla deve avançar, quando for acionado um botão de partida, e retornar automaticamente, ao atingir o final do curso de avanço.

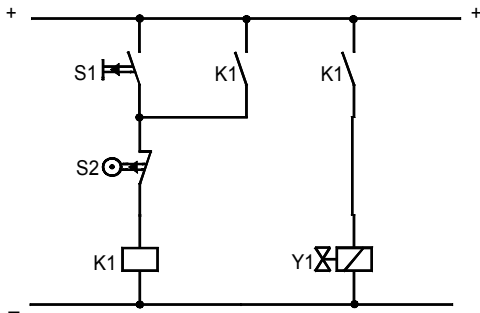
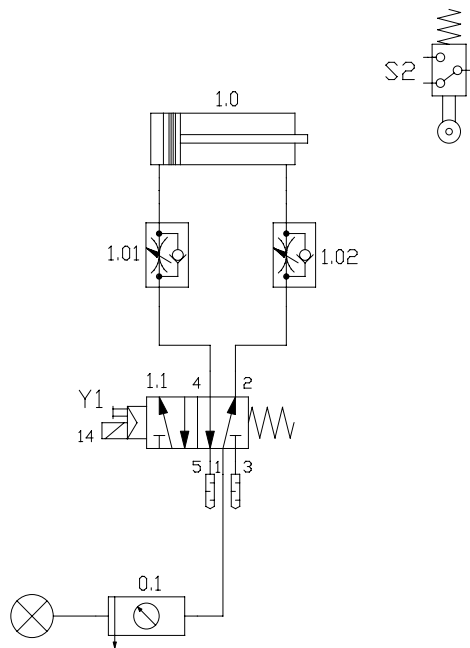
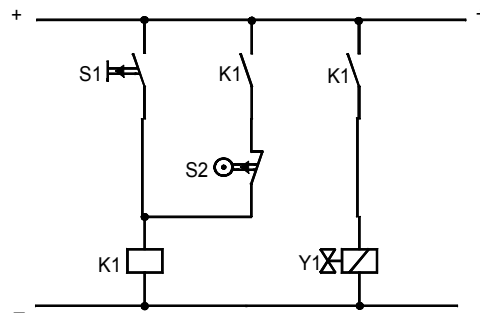
Solução A: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por duplo servocomando que mantém memorizado o último acionamento.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Quando o botão S1 é desacionado, desligando o solenóide Y1, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o cilindro permanece avançado. Portanto, para fazer com que a haste do cilindro avance, não é necessário manter o botão de comando S1 acionado, basta dar um pulso e soltar o botão, já que a válvula direcional memoriza o último acionamento efetuado.

Ao chegar ao final do curso de avanço, a própria haste do cilindro aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2. Desde que o operador tenha soltado o botão de partida, o contato normalmente aberto da chave fim de curso S2 fecha e liga o solenóide Y2 da válvula direcional, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

Ao retornar, a haste do cilindro desaciona o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato volta a abrir desligando o solenóide Y2. Como a válvula não possui mola de reposicionamento e apresenta o comportamento de memorizar o último acionamento, a haste do cilindro prossegue no seu movimento de retorno, mesmo com o solenóide Y2 desligado.

Um novo ciclo pode ser iniciado por meio do acionamento do botão de partida S1.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola.

comando de auto-retenção com comportamento de desligar dominante

comando de auto-retenção com comportamento de ligar dominante

No comando elétrico de auto-retenção com comportamento de desligar dominante, acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado da chave fim de curso S2, ligada em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. O primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1, paralelamente ao botão S1, mantendo a bobina de K1 energizada. Um segundo contato de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, abre a pilotagem da válvula direcional para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Ao atingir o final do curso de avanço, a haste do cilindro aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2. Com a chave fim de curso S2 acionada, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para a bobina do relê auxiliar K1. Imediatamente o relê K1 é desligado e todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que, mesmo que a chave fim de curso S2 seja desacionada, a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica para o solenóide Y1. Com o solenóide Y1 desligado, a pilotagem interna fecha e a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

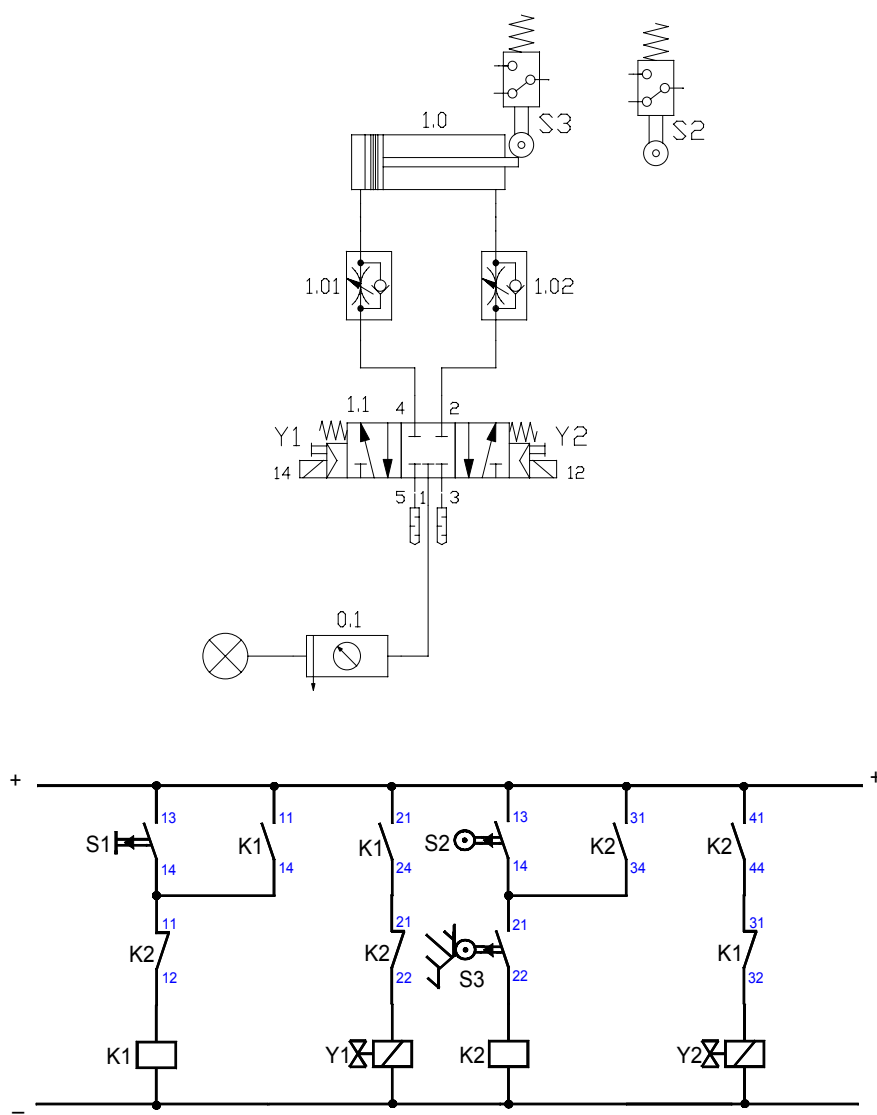
Já no comando elétrico de auto-retenção com comportamento de ligar dominante, acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que liga a bobina do relê auxiliar K1. O primeiro contato de K1, ligado em paralelo com o botão S1 e em série com a chave fim de curso S2, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1 e pelo contato normal fechado de S2, paralelamente ao botão S1, mantendo a bobina de K1 energizada. Um segundo contato de K1 liga a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, abre a pilotagem interna que aciona o carretel da válvula direcional para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a pilotagem e a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Ao atingir o final do curso de avanço, a haste do cilindro aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2. Com a chave fim de curso S2 acionada, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando imediatamente a bobina do relê auxiliar K1. Com o relê K1 desligado, todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que a chave fim de curso S2 seja desacionada, com o retorno da haste do cilindro, a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica para o solenóide Y1. Com o solenóide Y1 desligado, a pilotagem interna é desativada e a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

A principal diferença de funcionamento entre os dois circuitos elétricos de comando ocorre quando o botão de partida S1 é mantido acionado pelo operador. Na auto-retenção com comportamento de desligar dominante ocorre movimentos rápidos de ida e volta da haste do cilindro, quando esta alcança o final do curso de avanço. Isso ocorre porque, como a chave fim de curso S2 tem prioridade de comando, o solenóide Y1 é desligado quando S2 é acionada e o cilindro começa a retornar. Assim que a haste do cilindro desaciona a chave fim de curso S2, o solenóide Y1 volta a ligar, fazendo com que o cilindro torne a avançar, até acionar novamente a chave fim de curso S2 que desliga outra vez o solenóide Y1, fazendo com que o cilindro volte a retornar e assim sucessivamente.

Já na auto-retenção com comportamento de ligar dominante, se o botão de partida é mantido acionado pelo operador, esses movimentos sucessivos de ida e volta do cilindro, no final do curso de avanço, não ocorrem. Isso se deve ao fato de que, como o botão de partida tem prioridade de comando, o solenóide Y1 permanece ligado, mesmo quando a chave fim de curso S2 é acionada pela haste do cilindro. Dessa forma, o cilindro pára no final do curso de avanço até que o operador solte o botão de partida, quando somente então a chave fim de curso S2 desliga o relê K1 e com ele o solenóide Y1, permitindo o retorno automático do cilindro.

Solução C: utilizando uma válvula direcional de 5/3 vias, centro fechado, com acionamento por duplo servocomando e centrada por mola.

Quando o circuito eletropneumático é montado com uma válvula direcional de três posições de comando, acionada por servocomando nos dois sentidos e centrada por molas, deve-se utilizar dois relês auxiliares com função de auto-retenção, uma para cada solenóide a ser energizado. Outro recurso empregado é a utilização de uma segunda chave fim de curso, montada na posição final traseira do cilindro, cuja função é de encerrar o ciclo de comando e preparar o sistema para uma nova partida.

Quando o circuito elétrico de comando é energizado, tanto os solenóides como os relês auxiliares permanecem desligados, aguardando por um sinal de inicialização do ciclo. Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do relê auxiliar K2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. O contato aberto 11/14 de K1, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando por esse contato de K1, mantendo a bobina de K1 energizada. O contato aberto 21/24 de K1, ligado em série com o contato fechado 21/22 de K2, é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional para a direita, fazendo com que o cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02. O contato fechado 31/32 de K1, ligado em série com o contato aberto 41/44 de K2, abre para garantir que o solenóide Y2 não ligue, enquanto o solenóide Y1 estiver energizado.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S3, montada no final do curso de retorno, é desacionada, fechando o seu contato, sem nada alterar no funcionamento do circuito, considerando-se que o contato aberto de S2 mantém aquela parte do circuito desligada.

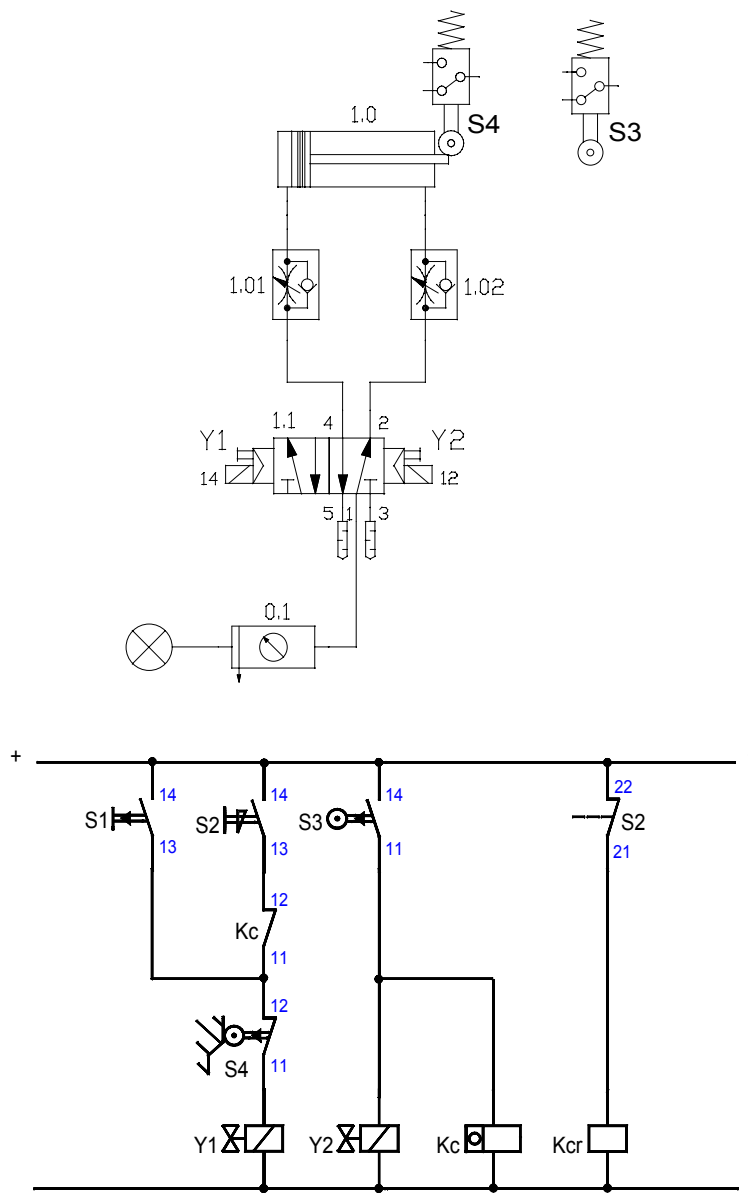
Quando a haste do cilindro atinge o final do curso de avanço e aciona a chave fim de curso S2, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato normalmente fechado da chave fim de curso S3, ligada em série com S2, e liga a bobina do relê auxiliar K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre, desligando a bobina do relê auxiliar K1 e, com ela, o solenóide Y1 da válvula direcional. O contato fechado 21/22 de K2 abre, atuando como uma proteção que garante o desligamento do solenóide Y1. O contato aberto 31/34 de K2 fecha e efetua a auto-retenção do relê auxiliar K2, garantindo que se a chave fim de curso S2 for desacionada, a bobina do relê K2 permanecerá energizada. O contato aberto 41/44 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que passa também pelo contato fechado 31/32 de K1, ligado em série, e energiza a bobina do solenóide Y2.

Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula direcional é acionado para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S2, montada no final do curso de avanço, é desacionada e abre seu contato, interrompendo a passagem da corrente elétrica por ela. Nesse momento, o contato 31/34 de K2, com a função de auto-retenção, mantém a bobina do relê auxiliar K2 energizada, independentemente da posição do contato da chave fim de curso S2 que foi desacionada.

Quando a haste do cilindro atinge o final do curso de retorno e aciona a chave fim de curso S3, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê auxiliar K2. Com o relê K2 desligado, o contato 11/12 de K2 volta a fechar, habilitando uma nova partida. O contato 21/22 de K2 também volta a fechar, permitindo um novo acionamento do solenóide Y1, assim que o botão de partida for ativado. O contato 31/34 de K2 volta a abrir, desativando a auto-retenção da bobina do relê auxiliar K2. O contato 41/44 de K2 também volta a abrir, o que interrompe a passagem da corrente elétrica para a bobina do solenóide Y2. Com o solenóide Y2 desligado, as molas acionam o carretel da válvula direcional na posição central fechada, bloqueando o fluxo do ar e encerrando o ciclo.

Ensaio 6: Um cilindro pneumático de ação dupla deve avançar e retornar automaticamente, efetuando um único ciclo, uma vez pressionado um botão de partida. Um segundo botão, quando acionado, deve fazer com que o cilindro avance e retorne, em ciclo contínuo limitado, isto é, o número de ciclos deve poder ser selecionado, de acordo com a vontade do operador.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por duplo servocomando que mantém memorizado o último acionamento.

A partida do cilindro pode ser efetuada por um dos dois botões de comando S1 ou S2. O botão pulsador S1 permite a partida para um único ciclo de ida e volta do cilindro. Já o botão com trava S2 aciona a partida do cilindro em ciclo contínuo que somente será interrompido quando o operador destravar o botão S2, ou quando o relê contador Kc registrar um determinado número de ciclos pré-programado pelo operador.

Efetuando-se um pulso no botão S1, partida em ciclo único, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado da chave fim de curso S4, que se encontra acionada pela haste do cilindro, e energiza a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 ligado, a pilotagem esquerda da válvula é aberta e o carretel é empurrado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.02. Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno do cilindro, é desacionada e abre seu contato, desligando o solenóide Y1. Quando o solenóide Y1 é desligado, a pilotagem interna é desativada mas, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o carretel se mantém na posição e a haste do cilindro permanece avançando.

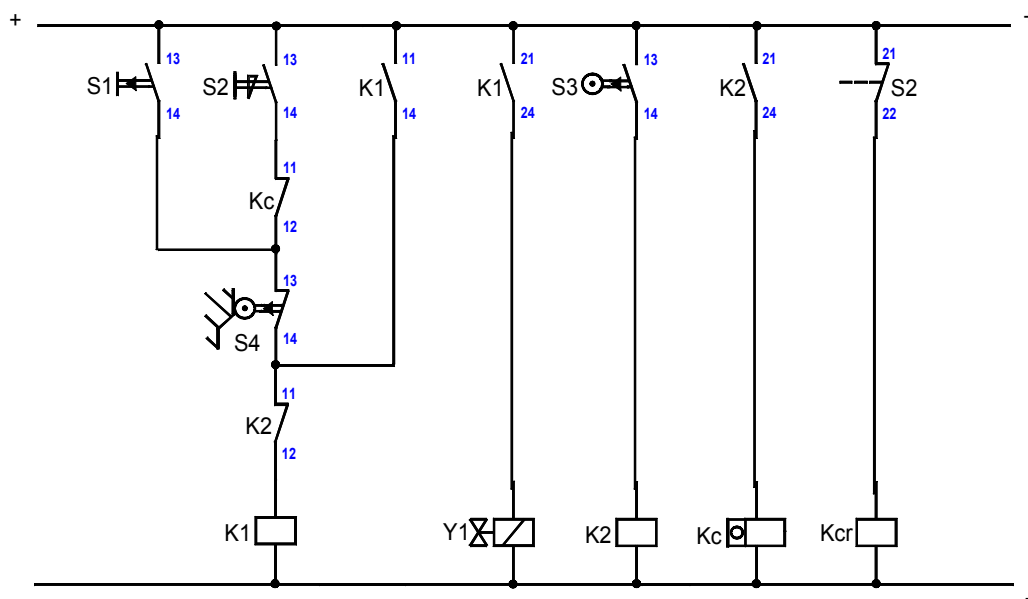
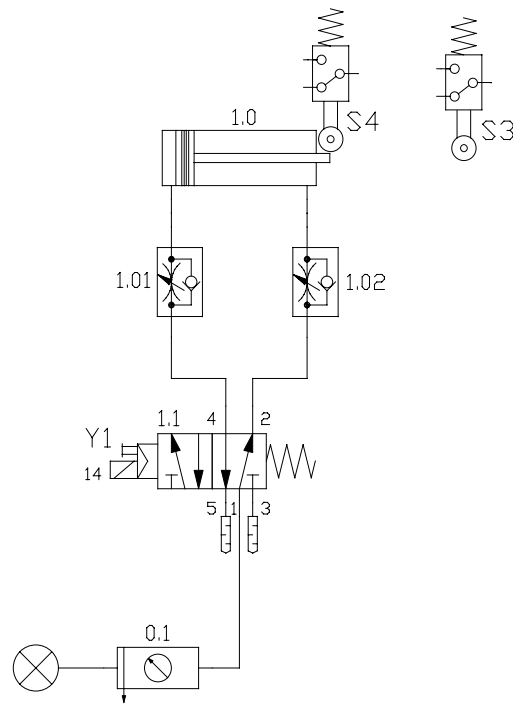
Assim que a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, ela aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S3. Quando a chave S3 é acionada, seu contato normalmente aberto fecha, energizando o solenóide Y2 e, ao mesmo tempo, a bobina do relê contador Kc que, ao receber o sinal elétrico, efetua a contagem de um ciclo. Com o solenóide Y2 ligado, a pilotagem direita da válvula direcional é aberta e o carretel é acionado para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01. Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S3 é desacionada e abre seu contato, desligando o solenóide Y2 e o sinal elétrico enviado ao relê contador Kc. Quando o solenóide Y2 é desligado, a pilotagem interna é desativada mas, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o carretel se mantém na posição e a haste do cilindro permanece retornando.

Quando a haste do cilindro chega ao final do curso de retorno, ela pára acionando novamente o rolete da chave fim de curso S4, cujo contato normalmente aberto volta a fechar, esperando por um novo sinal de partida, considerando-se que a corrente elétrica está interrompida no botão de partida S1.

Se a partida for efetuada pelo botão com trava S2, seu contato normalmente aberto fecha e permanece fechado e travado, permitindo a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato normalmente fechado do relê contador Kc, ligado em série com o botão S2, e chega até a chave fim de curso S4. Dessa forma, toda a vez que a haste do cilindro encerra um ciclo, atingindo o final do curso de retorno e acionando a chave S4, uma nova partida é efetuada automaticamente e um novo ciclo é iniciado. Assim, o cilindro permanece operando em ciclo contínuo, com movimentos sucessivos de ida e volta da haste, até que o botão S2 seja destravado, interrompendo a passagem da corrente elétrica, ou que o relê contador Kc registre um número de ciclos igual ao da sua programação.

Se, por exemplo, o relê contador Kc teve a contagem programada para receber 04 impulsos elétricos e a haste do cilindro tocou pela quarta vez o final do curso de avanço, onde a chave S3 além de acionar o retorno da haste emite um impulso elétrico na bobina do relê contador, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o botão S2, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que impede uma nova partida automática e encerra os ciclos de movimento da haste do cilindro.

Uma nova partida pode ser efetuada para ciclo único, através do acionamento do botão S1. O ciclo contínuo, entretanto, somente pode ser reiniciado com o destravamento do botão S2 para zerar a contagem do relê Kc e fechar novamente seu contato normalmente fechado que abriu encerrando os ciclos pré-programados. Destravando o botão S2, seu contato fechado energiza a bobina Kcr cuja função é retornar a zero o mostrador do relê contador, voltando seus contatos à posição inicial.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola.

Da mesma forma demonstrada na solução a, a partida do cilindro pode ser efetuada por um dos dois botões de comando S1 ou S2. O botão pulsador S1 permite a partida para um único ciclo de ida e volta do cilindro, enquanto que o botão com trava S2 aciona a partida do cilindro em ciclo contínuo que somente será interrompido quando o operador destravar o botão S2, ou quando o relê contador Kc registrar um determinado número de ciclos pré-programado pelo operador.

Efetuando-se um pulso no botão S1, partida em ciclo único, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado da chave fim de curso S4, que se encontra acionada pela haste do cilindro, e pelo contato 11/12 do relê auxiliar K2, energizando a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 entra em operação, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção da bobina do relê K1. O contato aberto 21/24 de K1 também fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ligado, a pilotagem da válvula é aberta e o carretel é empurrado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.02. Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno do cilindro, é desacionada e seu contato abre. Nesse momento, a auto-retenção de K1, efetuada pelo contato 11/14 do próprio K1, mantém a bobina de K1 energizada, mesmo depois que o contato da chave fim de curso S4 abre, interrompendo a passagem da corrente elétrica por ela. Como o relê K1 permanece ligado, seu contato 21/24 se mantém fechado e a bobina do solenóide Y1 energizada, fazendo com que a haste do cilindro continue avançando.

Assim que a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, ela aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S3. Quando a chave S3 é acionada, seu contato normalmente aberto fecha, energizando a bobina do relê auxiliar K2. Quando o relê K2 é ativado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga a bobina do relê K1, ao mesmo tempo em que seu contato aberto 21/24 fecha e emite um sinal elétrico para o relê contador Kc que registra a contagem de um ciclo. Como o relê K1 foi desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1, enquanto que seu contato 21/24 que havia fechado também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 desligado, a pilotagem interna é desativada e a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01. Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S3 é desacionada e abre seu contato, desligando a bobina do relê auxiliar K2. Com o relê K2 desativado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida, enquanto que seu contato 21/24 que havia fechado abre e corta o sinal elétrico enviado ao relê contador Kc.

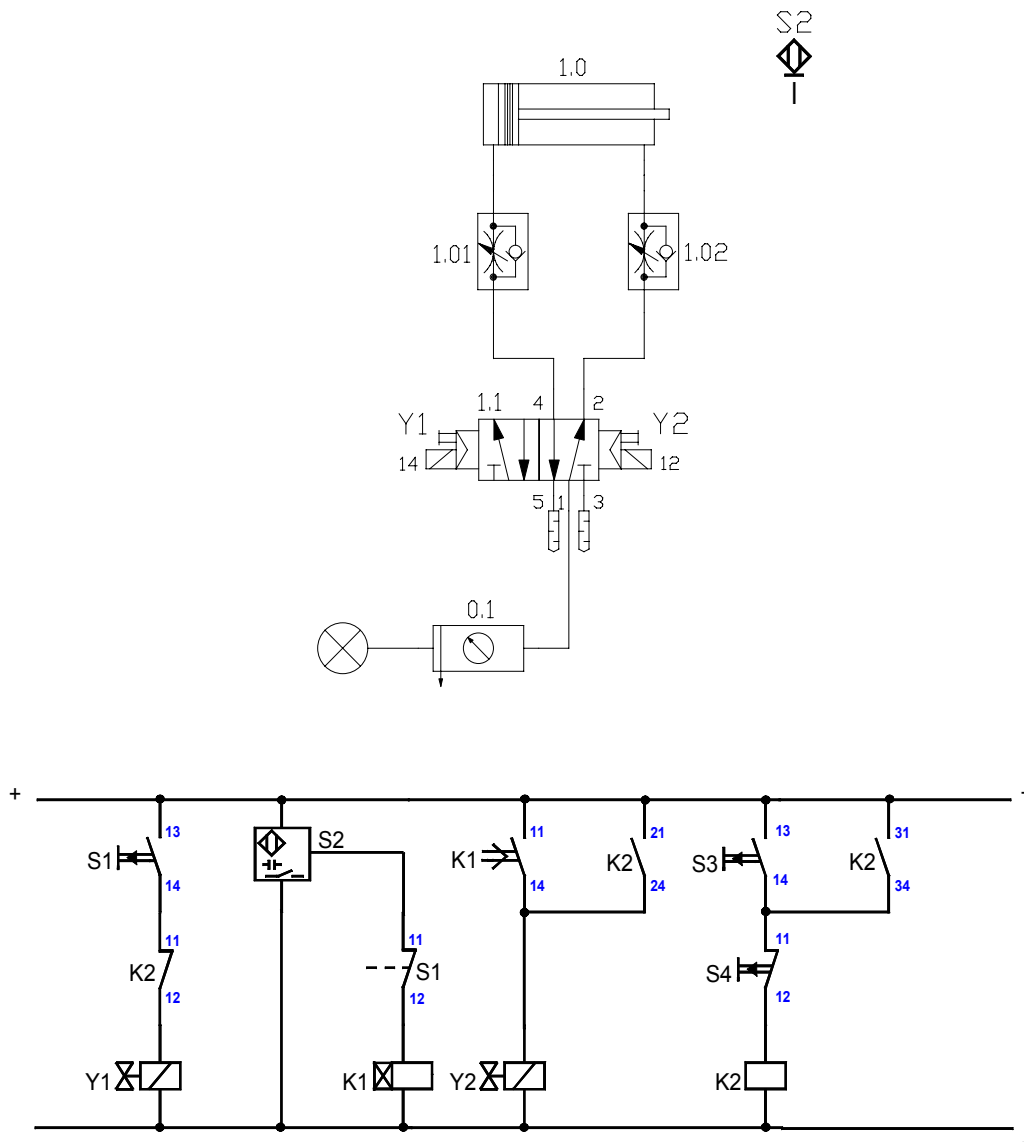
Quando a haste do cilindro chega ao final do curso de retorno, ela pára acionando novamente o rolete da chave fim de curso S4, cujo contato normalmente aberto volta a fechar, esperando por um novo sinal de partida, considerando-se que a corrente elétrica está interrompida no botão de partida S1.

Se a partida for efetuada pelo botão com trava S2, seu contato aberto 13/14 fecha e permanece fechado e travado, permitindo a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do relê contador Kc, ligado em série com o botão S2, e chega até a chave fim de curso S4. Da mesma forma como ocorria na solução a, toda a vez que a haste do cilindro encerra um ciclo, atingindo o final do curso de retorno e acionando a chave S4, uma nova partida é efetuada automaticamente e um novo ciclo é iniciado. Assim, o cilindro permanece operando em ciclo contínuo, com movimentos sucessivos de ida e volta da haste, até que o botão S2 seja destravado, interrompendo a passagem da corrente elétrica, ou que o relê contador Kc registre um número de ciclos igual ao da sua programação.

Quando o número de ciclos de avanço e retorno do cilindro se igualar à contagem pré-programada no relê contador Kc, seu contato fechado 11/12, ligado em série com o botão S2, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que impede uma nova partida automática e encerra os ciclos de movimento da haste do cilindro.

Uma nova partida pode ser efetuada para ciclo único, através do acionamento do botão S1. O ciclo contínuo, por sua vez, somente pode ser reiniciado com o destravamento do botão S2 para zerar a contagem do relê Kc e fechar novamente seu contato 11/12 que abriu encerrando os ciclos pré-programados. Destravando o botão S2, seu contato fechado 21/22 energiza a bobina Kcr cuja função é retornar a zero o mostrador do relê contador, voltando seus contatos à posição inicial.

Ensaio 7: Um cilindro de ação dupla deve avançar, quando for acionado um botão de partida, permanecer parado por 4 segundos no final do curso de avanço e retornar automaticamente. Um botão de emergência deve encerrar instantaneamente o ciclo e fazer com que o cilindro volte imediatamente ao ponto de partida, seja qual for a sua posição.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por duplo servocomando que mantém memorizado o último acionamento.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto 13/14 fecha e permita a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato 11/12 do relê auxiliar K2, ligado em série com o contato aberto do botão S1, e energiza a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 ligado, a pilotagem interna da válvula direcional é aberta e o carretel é acionado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo1.02. Quando o operador solta o botão de partida S1, seu contato 13/14 volta a abrir, interrompendo a passagem da corrente elétrica e desligando o solenóide Y1. Como a válvula direcional não possui mola de reposição e apresenta a característica de memorizar o último acionamento, seu carretel permanece pilotado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro continue avançando.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, um sensor capacitivo S2 lá posicionado acusa a aproximação da haste e emite um sinal elétrico que passa pelo contato fechado 11/12 do botão S1 e liga a bobina do relê temporizador K1. Conforme foi apresentado no estudo dos componentes elétricos de comando, ao contrário de um relê auxiliar que muda imediatamente a posição de seus contatos tão logo sua bobina é energizada, um relê temporizador atrasa a inversão de seus contatos de acordo com o tempo previamente regulado em seu potenciômetro. Dessa forma, se o relê temporizador estiver ajustado com 4 segundos, conforme sugerido pelo problema, quando o sensor capacitivo S2 acusa a presença da haste do cilindro no final do curso de avanço e emite o sinal elétrico para a bobina do temporizador, este aguarda os 4 segundos e somente então inverte seus contatos.

Portanto, decorridos quatro segundos após a haste do cilindro chegar no final do curso de avanço, o contato aberto 11/14 do relê temporizador fecha e energiza a bobina do solenóide Y2. Com o solenóide Y2 ligado, a pilotagem interna da válvula direcional abre e empurra o carretel para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01.

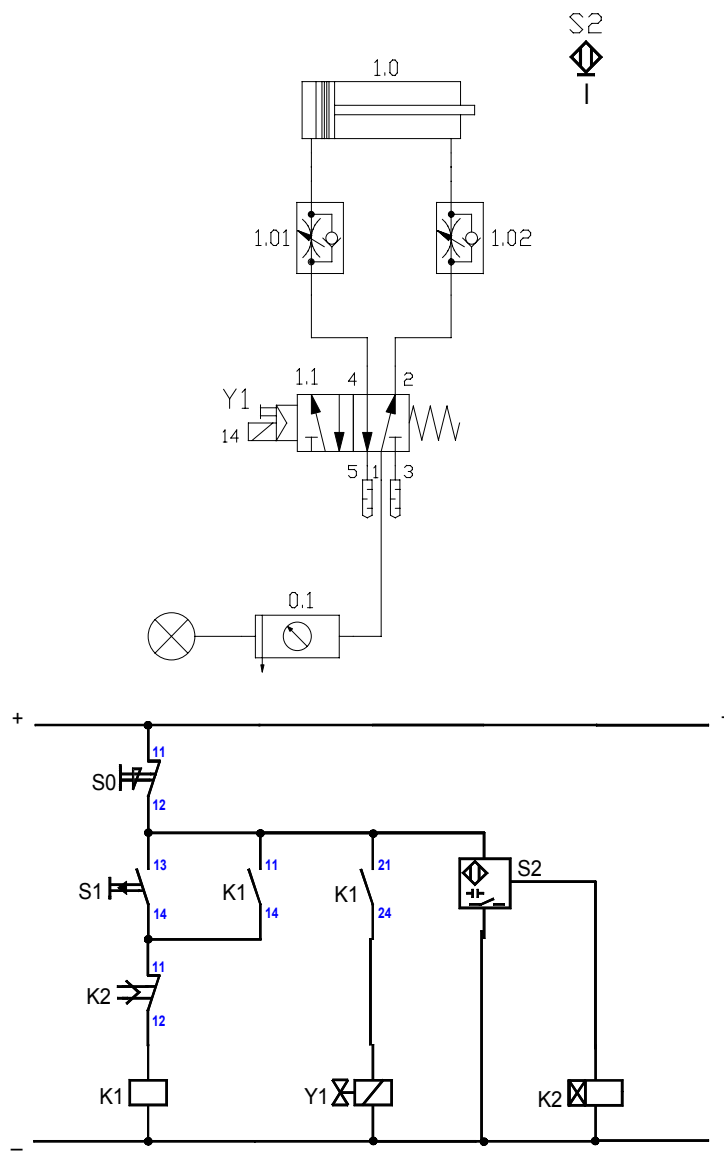
Assim que a haste do cilindro começa a retornar, o sensor capacitivo S2 interrompe seu sinal elétrico de saída, desligando o relê temporizador K1. No mesmo instante em que K1 é desativado, seu contato aberto 11/14 que havia fechado volta a abrir, desernegizando a bobina do solenóide Y2. Entretanto, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o carretel permanece acionado para a esquerda e a haste do cilindro prossegue no seu movimento de retorno, encerrando o ciclo no final do curso. Uma nova partida pode ser efetuada por meio do acionamento do botão pulsador S1.

O contato fechado 11/12 do botão de partida S1 é utilizado na saída de sinal do sensor capacitivo S2 para evitar que o relê temporizador K1 seja energizado, caso o operador mantenha acionado o botão S1. Dessa forma, o relê temporizador somente começará a contar o tempo de parada da haste, no final do curso de avanço, quando o operador soltar o botão de partida S1.

O sistema de parada de emergência, apresentado nesta solução, é formado por um relê auxiliar K2 e dois botões de comando: S3 para ativar a parada de emergência e S4 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S3 for acionado, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S4, ligado em série com o botão S3, e liga a bobina do relê auxiliar K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre e desliga o solenóide Y1, se este estiver ligado. O contato aberto 31/34 de K2 fecha e efetua a auto-retenção de K2 para que a bobina de K2 permaneça energizada, mesmo se o botão S3 for desacionado. O contato aberto 21/24 de K2, ligado em paralelo com o contato 11/14 do relê temporizador, fecha e energiza diretamente a bobina do solenóide Y2 para que a haste do cilindro, esteja onde estiver, volte imediatamente a sua posição inicial, isto é, no final do curso de retorno.

Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 de K2 permanece aberto e não permite que o solenóide Y1 seja energizado, mesmo com o acionamento do botão de partida S1. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S4.

Acionando-se o botão S4, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê auxiliar K2. Quando o relê K2 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção do relê K2, permitindo que o botão S4 seja desacionado e garantindo o desligamento da bobina do relê K2. O contato 21/24 de K2 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2. O contato 11/12 de K2 volta a fechar, permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione novamente o botão de partida S1.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola.

Com o circuito eletropneumático na posição inicial de comando, quando o circuito elétrico é energizado, a corrente passa pelo contato normalmente fechado do botão com trava S0 e permanece bloqueada pelos demais contatos do circuito, mantendo tudo desligado. Assim a mola da válvula direcional mantém o carretel acionado para a esquerda e o cilindro recuado, aguardando por um sinal de partida para início do ciclo de movimentos.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato 11/12 do relê temporizador K2, ligado em série com o botão de partida S1, e energiza a bobina do relê auxiliar K1. Quando a bobina do relê K1 é ligada, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1, de forma que, se o botão S1 for desacionado, esse contato mantém o relê K1 ligado. O contato aberto 21/24 do relê K1 também fecha e ativa a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 ligado o carretel da válvula direcional é empurrado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

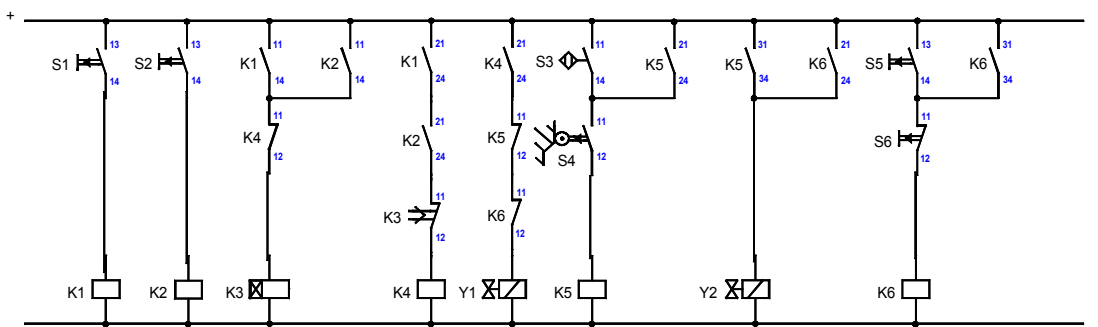
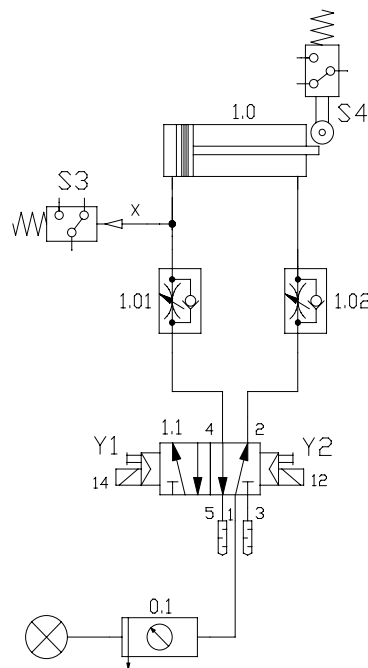
Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, o sensor capacitivo S2 acusa a presença da haste e emite um sinal elétrico que liga a bobina do relê temporizador K2. Assim que o temporizador K2 é energizado, o tempo pré ajustado de 4 segundos em seu potenciômetro é contado e, somente então, os contatos do temporizador K2 se invertem. Portanto, decorridos os 4 segundos, o contato fechado 11/12 do temporizador abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que desliga a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga a auto-retenção do relê K1. Por sua vez, o contato 21/24 do relê K1 que havia fechado, também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 desativado, a mola da válvula direcional empurra novamente o carretel para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

Quando a haste do cilindro começa a retornar, o sensor capacitivo S2 acusa a ausência da haste e interrompe seu sina elétrico de saída, desligando o relê temporizador K2. Assim que o temporizador K2 é desativado, sue contato 11/12 que havia aberto volta a fechar mas, como o botão S1 está desacionado e a auto-retenção de K1 desativada, o relê auxiliar K1 permanece desligado e a haste do cilindro prossegue no seu movimento de retorno até o final do curso, encerrando o ciclo de movimentos. Uma nova partida pode ser efetuada mediante o acionamento do botão de partida S1.

Como a válvula direcional é acionada por servocomando apenas de um lado e reposicionada por mola, o sistema de parada de emergência é, neste caso, facilmente executado pelo contato fechado do botão com trava S0. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S0 for acionado, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para todo o circuito. Dessa forma, tudo é desligado, inclusive o solenóide Y1 da válvula direcional cuja mola empurra o carretel para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro volte imediatamente a sua posição inicial, ou seja, no final do curso de retorno.

Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 do botão com trava S0 permanece aberto desernegizando todo o circuito. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, simplesmente destravando o botão S0. Quando o botão S0 é destravado, seu contato 11/12 volta a fechar, alimentando o circuito e permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione novamente o botão de partida S1.

Ensaio 8: Um cilindro de ação dupla somente deverá avançar quando seus dois botões de partida forem acionados simultaneamente (comando bi-manual). Se a diferença de tempo entre os acionamentos dos dois botões for maior do que 2 segundos, o cilindro não deverá partir. O retorno deverá ocorrer automaticamente uma vez haja sido alcançada a pressão pré-programada de trabalho. Um sistema de emergência, quando acionado, deverá permitir que o cilindro volte imediatamente a sua posição inicial.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por duplo servocomando que memoriza o último acionamento.

Se o operador acionar somente o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e energiza o relê auxiliar K1. O contato 11/14 de K1 fecha e ativa o relê temporizador K3. Se o operador não acionar o segundo botão de partida, S2, dentro de um período de tempo de 2 segundos, pré-ajustado no temporizador K3, o contato 11/12 de K3 abre e impede que o solenóide Y1 da válvula direcional seja ligado, não permitindo a partida do cilindro. O mesmo ocorre se o operador acionar somente o botão de partida S2 e levar mais de 2 segundos para acionar o botão S1. O botão S2 energiza o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e liga o temporizador K3 que impede que o solenóide Y1 seja energizado, bloqueando a partida do cilindro.

Quando o operador acionar os dois botões de partida S1 e S2, com um intervalo de tempo de acionamento inferior a 2 segundos, os relês K1 e K2 são ligados simultaneamente e seus contatos 21/24 fecham ativando o relê K4. Assim que K4 é energizado, seu contato 11/12 abre e impede a energização do temporizador K3. Ao mesmo tempo, o contato 21/24 de K4 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelos contatos 11/12 de K5 e K6, ligados em série, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com Y1 ativado, o carretel da válvula é pilotado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.02 e a pressão acompanhada pelo pressostato S3, montado na linha de alimentação de ar para a câmara traseira do cilindro.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno, é desacionada e seu contato 11/12 fecha, aguardando um sinal do pressostato S3.

Quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço ou quando houver restrição ao movimento de avanço do cilindro que faça com que a pressão na câmara traseira suba além do valor regulado no pressostato S3, seu contato 11/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S4, ligada em série com o contato do pressostato S3, e ativa o relê K5. Quando K5 é ligado, seu contato 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, mesmo que o operador mantenha os dois botões S1 e S2 acionados. Ao mesmo tempo, seu contato 21/24 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K5 para que este permaneça ligado, caso a pressão caia e abra o contato 11/14 do pressostato S3. O contato 31/34 de K5, por sua vez, liga o solenóide Y2 da válvula direcional, pilotando o carretel para a esquerda e fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

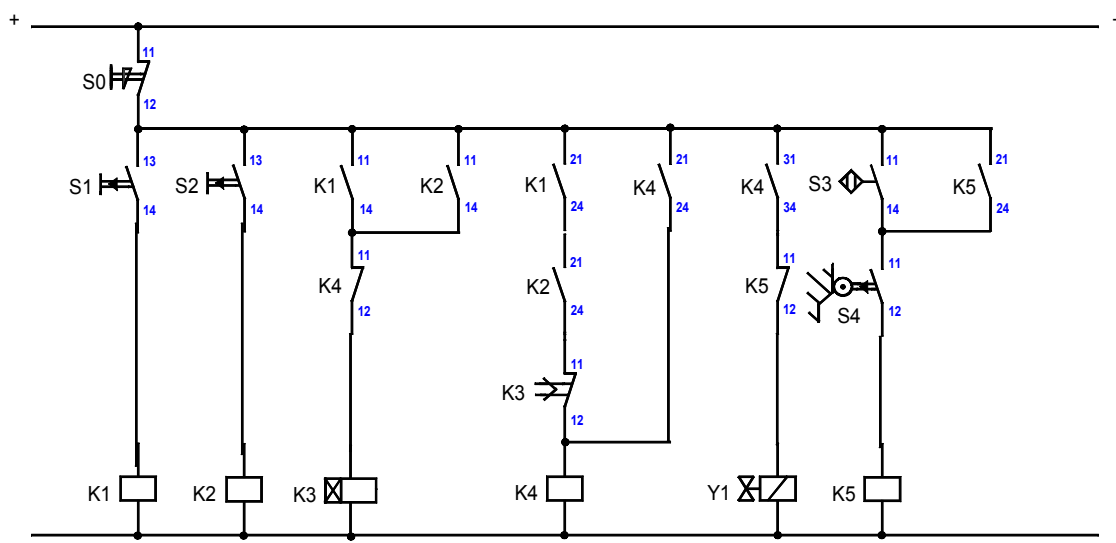
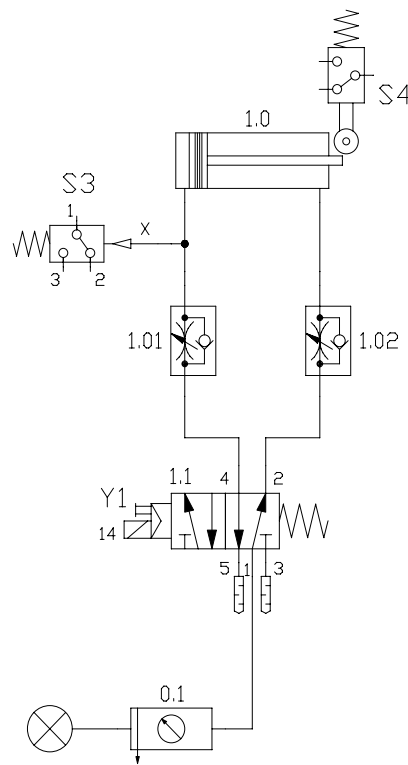
Quando a haste começa a retornar, como a câmara traseira do cilindro é descarregada para a atmosfera, a pressão cai e o contato 11/14 do pressostato S3 volta a abrir. Entretanto, o contato 21/24 de K5 permanece fechado, mantendo o relê K5 energizado. Isso faz com que o contato 11/12 de K5 permaneça aberto, impedindo a ligação do solenóide Y1, mesmo que o operador permaneça acionando os dois botões de partida, e o contato 31/34 de K5 fechado mantendo o solenóide Y2 ligado, o que faz com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de retorno.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S4 é acionada e seu contato 11/12 volta a abrir, desligando o relê K5. Com K5 desativado, seu contato 11/12 volta a fechar para permitir uma nova partida, o 21/24 volta a abrir, desligando a auto-retenção de K5, e o 31/34 também volta a abrir, desernegizando o solenóide Y2. Como a válvula direcional tem a característica de memorizar o último acionamento, desligando o solenóide Y2 o carretel se mantém posicionado do lado esquerdo e o cilindro permanece recuado, aguardando por uma nova partida.

O sistema de parada de emergência, apresentado nesta solução, é formado por um relê auxiliar K6 e dois botões de comando: S5 para ativar a parada de emergência e S6 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S5 for acionado, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato 11/12 do botão S6, ligado em série com o botão S5, e liga o relê K6. O contato fechado 11/12 de K6 abre e desliga o solenóide Y1, se este estiver ligado. O contato aberto 31/34 de K6 fecha e efetua a auto-retenção de K6 para que a bobina de K6 permaneça energizada, mesmo se o botão S5 for desacionado. O contato aberto 21/24 de K6, ligado em paralelo com o contato 31/34 de K5, fecha e energiza diretamente a bobina do solenóide Y2 para que a haste do cilindro, esteja onde estiver, volte imediatamente a sua posição inicial, isto é, no final do curso de retorno.

Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 de K6 permanece aberto e não permite que o solenóide Y1 seja energizado, mesmo com o acionamento dos dois botões de partida S1 e S2. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S6.

Acionando-se o botão S6, seu contato 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K6. Quando K6 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção de K6, permitindo que o botão S6 seja desacionado e garantindo o desligamento de K6. O contato 21/24 de K6 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2. O contato 11/12 de K6 volta a fechar, permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione simultaneamente os dois botões de partida S1 e S2.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 5/2 vias com acionamento por servocomando e reposição por mola.

Da mesma forma demonstrada na solução anterior, se o operador acionar somente o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e energiza o relê auxiliar K1. O contato 11/14 de K1 fecha e ativa o relê temporizador K3. Se o operador não acionar o segundo botão de partida, S2, dentro de um intervalo de tempo de 2 segundos, pré-ajustado no temporizador K3, o contato 11/12 de K3 abre e impede que o solenóide Y1 da válvula direcional seja ligado, não permitindo a partida do cilindro. O mesmo ocorre se o operador acionar somente o botão de partida S2 e levar mais de 2 segundos para acionar o botão S1. O botão S2 energiza o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e liga o temporizador K3 que impede que o solenóide Y1 seja energizado, bloqueando a partida do cilindro.

Quando o operador acionar os dois botões de partida S1 e S2, com um intervalo de tempo de acionamento inferior a 2 segundos, os relês K1 e K2 são ligados simultaneamente e seus contatos 21/24 fecham ativando o relê K4. Assim que K4 é energizado, seu contato 11/12 abre e impede a energização do temporizador K3. Ao mesmo tempo, o contato 21/24 de K4 fecha e exerce a auto-retenção do próprio relê K4. O contato 31/34 de K4, por sua vez, também fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato 11/12 de K5, ligado em série com o 31/34 de K4, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com Y1 ativado, o carretel da válvula é pilotado para a direita, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.02 e a pressão monitorada pelo pressostato S3, montado na linha de alimentação de ar para a câmara traseira do cilindro.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno, é desacionada e seu contato 11/12 fecha, aguardando um sinal do pressostato S3.

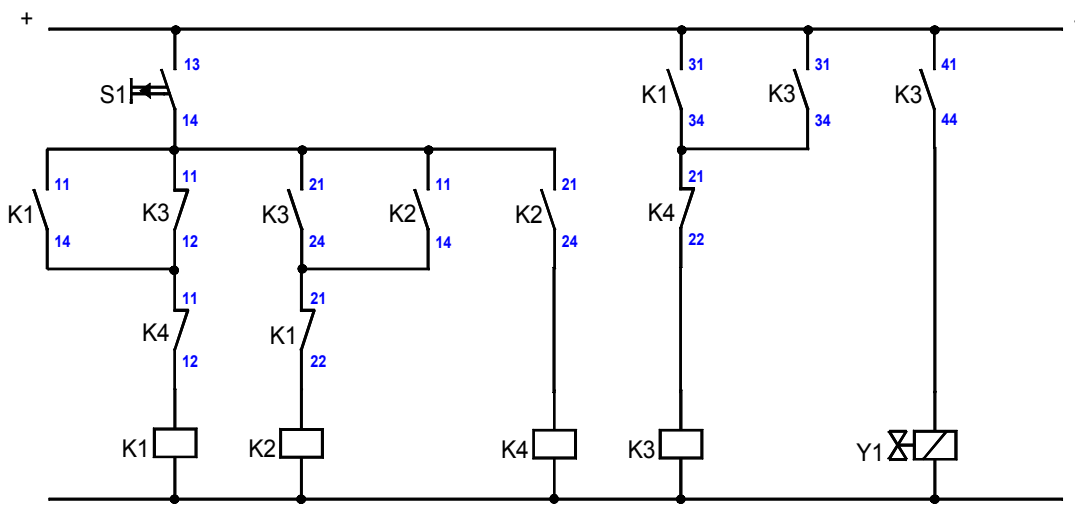
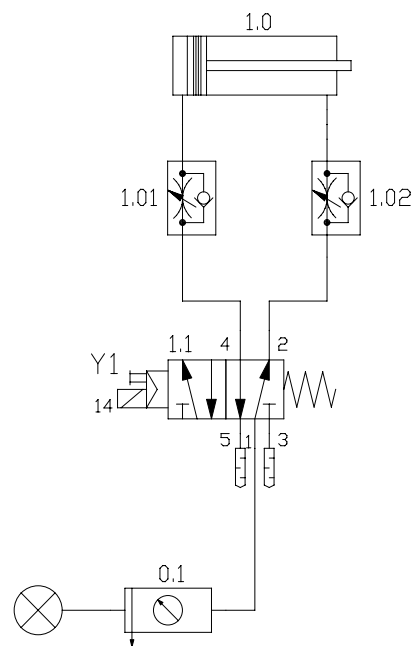
Quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço ou quando houver restrição ao movimento de avanço do cilindro que faça com que a pressão na câmara traseira suba além do valor regulado no pressostato S3, seu contato 11/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S4, ligada em série com o contato do pressostato S3, e ativa o relê K5. Quando K5 é ligado, seu contato 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, mesmo que o operador mantenha os dois botões S1 e S2 acionados. Ao mesmo tempo, seu contato 21/24 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K5 para que este permaneça ligado, caso a pressão caia e abra o contato 11/14 do pressostato S3. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula direcional empurra o carretel para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro retorne com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo 1.01.

Quando a haste começa a retornar, como a câmara traseira do cilindro é descarregada para a atmosfera, a pressão cai e o contato 11/14 do pressostato S3 volta a abrir. Entretanto, o contato 21/24 de K5 permanece fechado, mantendo o relê K5 energizado. Isso faz com que o contato 11/12 de K5 permaneça aberto, impedindo a ligação do solenóide Y1, mesmo que o operador permaneça acionando os dois botões de partida, o que faz com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de retorno.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S4 é acionada e seu contato 11/12 volta a abrir, desligando o relê K5. Com K5 desativado, seu contato 11/12 volta a fechar para permitir uma nova partida e o contato 21/24 volta a abrir, desligando a auto-retenção de K5. O ciclo de movimentos é encerrado e o circuito permanece aguardando por uma nova partida.

Assim como na solução B do circuito 7, como a válvula direcional é acionada por servocomando apenas de um lado e reposicionada por mola, o sistema de parada de emergência é facilmente executado pelo contato fechado do botão com trava S0. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S0 for acionado, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para todo o circuito. Dessa forma, tudo é desligado, inclusive o solenóide Y1 da válvula direcional cuja mola empurra o carretel para a esquerda, fazendo com que a haste do cilindro volte imediatamente a sua posição inicial, ou seja, no final do curso de retorno.

Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 do botão com trava S0 permanece aberto desernegizando todo o circuito. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, simplesmente destravando o botão S0. Quando o botão S0 é destravado, seu contato 11/12 volta a fechar, alimentando o circuito e permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione simultaneamente os botões de partida S1 e S2.

Ensaio 9: Um único botão pulsador deve acionar, alternadamente, os movimentos de avanço e retorno de um cilindro de ação dupla, de maneira que: acionando-se o botão, pela primeira vez, o cilindro avança; soltando-se o botão o cilindro permanece avançado; acionando-se o botão, pela segunda vez, o cilindro retorna; e soltando-se o botão, novamente, o cilindro permanece recuado.

Quando o comando elétrico é energizado, a corrente permanece interrompida em todo o circuito, mantendo tudo desligado. Dessa forma, a mola da válvula direcional mantém o carretel acionado para a esquerda e a haste do cilindro recuada.

Acionando-se o botão pulsador S1, pela primeira vez, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelos contatos fechados 11/12 dos relês K3 e K4, ligados em série com o botão S1, e energiza o relê auxiliar K1.

Assim que o relê K1 é ligado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1, ou seja, se o contato 11/12 de K3 abrir, o relê K1 continua ligado. O contato 21/22 de K1 abre e impede que o relê K2 seja ativado, enquanto K1 estiver ligado. O contato 31/34 de K1 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K4, ligado em série com o 31/34 de K1, e liga o relê K3.

Quando o relê K3 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre mas a auto-retenção de K1 o mantém ligado. O contato 21/24 de K3 fecha mas, como o contato 21/22 de K1 está aberto, isso impede que o relê K2 possa ser ativado. O contato aberto 31/34 de K3 fecha e realiza a auto-retenção de K3, isto é, se o contato 31/34 de K1 abrir, o relê K3 permanece energizado. Finalmente, o contato aberto 41/44 de K3 também fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ligado, o carretel da válvula é pilotado para a direita e a haste do cilindro avança com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.02.

Soltando-se o botão pulsador S1, seu contato 13/14 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K1 que estava energizado enquanto o botão S1 era mantido acionado. Quando o relê K1 é desligado, seus contatos voltam a posição inicial, ou seja: o contato 11/14 volta a abrir, desativando a auto-retenção de K1; o contato 21/22 volta a fechar para que o relê K2 possa ser energizado, se o botão S1 for acionado novamente; e o contato 31/34 volta a abrir, mas o relê K3 se mantém energizado pela sua auto-retenção.

Dessa forma, se o relê K3 se mantém ativado, seu contato 41/44 permanece fechado mantendo o solenóide Y1 ligado, fazendo com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de avanço.

Acionando-se o botão pulsador S1, pela segunda vez, como agora o relê K3 encontra-se energizado, seu contato 11/12 está aberto, impedindo que o relê K1 possa ser ativado, e seu contato 21/24 está fechado, permitindo que a corrente elétrica passe e energize o relê K2, passando também pelo contato fechado 21/22 de K1, ligado em série.

Assim que o relê K2 é ligado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K2, ou seja, se o contato 21/24 de K3 abrir, o relê K2 continua ligado. O contato 21/24 de K2, por sua vez, fecha e energiza o relê K4.

Quando o relê K4 é ativado, seu contato fechado 11/12 abre e impede que o relê K1 seja ligado novamente, caso o contato 11/12 de K3 que está aberto volte a fechar. O contato 21/22 de K4 também abre e desliga o relê K3.

Com o relê K3 desativado, todos os seus contatos voltam a posição inicial, isto é: o contato 11/12 volta a fechar, mas o relê K1 é impedido de ligar pelo contato 11/12 de K4 que está aberto; o contato 21/24 volta a abrir, mas a auto-retenção de K2 o mantém ligado; o contato 31/34 volta a abrir, desativando a auto-retenção do próprio relê K3; e o contato 41/44 volta a abrir, desligando o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula empurra o carretel para a esquerda e a haste do cilindro retorna com velocidade controlada pela reguladora de fluxo 1.01.

Soltando-se novamente o botão pulsador S1, seu contato 13/14 abre e, pela segunda vez, interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K2 que estava energizado enquanto o botão S1 era mantido acionado. Quando o relê K2 é desligado, seus contatos voltam a posição inicial, ou seja: o contato 11/14 volta a abrir, desativando a auto-retenção de K2; e o contato 21/24 volta a abrir desligando o relê K4.

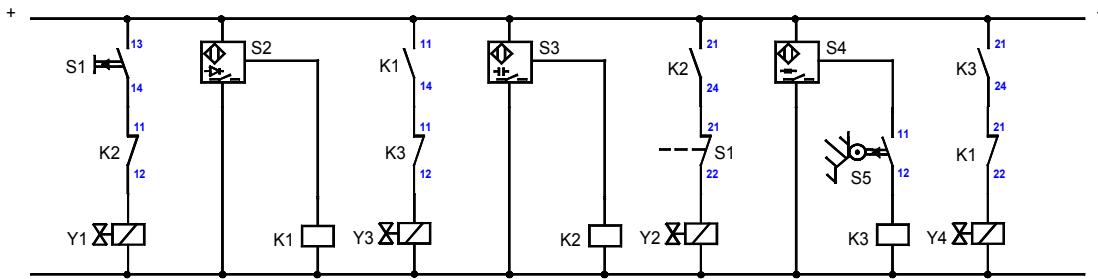
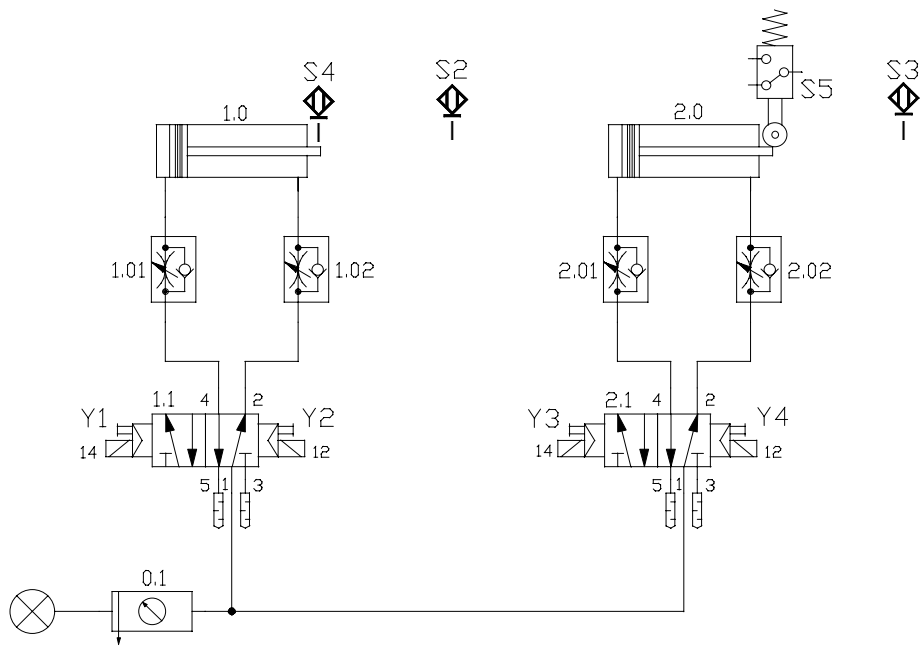
Assim que o relê K4 é desativado, seu contato 11/12 que estava aberto fecha, permitindo que o relê K1 seja energizado, na próxima vez em que o botão S1 for acionado. O contato 21/22 de K4 que também estava aberto fecha, permitindo que o relê K3 seja ligado pelo contato 31/34 de K1, quando este for ativado.

Dessa forma, o comando elétrico encontra-se novamente na posição de tudo desligado, como da primeira vez em que o botão pulsador S1 foi acionado.

Resumindo, na primeira vez em que o botão S1 é acionado, com todos os relês desligados, S1 liga K1, K1 liga K3, K3 liga o solenóide Y1 e o cilindro avança. Soltando-se o botão, pela primeira vez, K3 permanece ligado, assim como o solenóide Y1 e somente o relê K1 é desativado. Acionando-se o botão S1, pela segunda vez, como K3 está ligado, S1 liga K2, K2 liga K4, K4 desliga K3 e K3 desliga o solenóide Y1. Soltando-se o botão S1, pela segunda vez, o último dos relês que se mantinha ligado, K4 é desativado e o comando elétrico volta a posição inicial, com todos os relês desligados.

O circuito elétrico flip-flop é, portanto, uma combinação de contatos de relês que permite comandos diferentes de um mesmo botão, ou de qualquer outro elemento de sinal, mediante acionamentos alternados.

Ensaio 10: Dois cilindros pneumáticos de ação dupla devem avançar e retornar, obedecendo a uma seqüência de movimentos predeterminada. Acionando-se um botão de partida, o cilindro A deve avançar. Quando A chegar ao final do curso, deve avançar o cilindro B. Assim que B atingir o final do curso, deve retornar o cilindro A e, finalmente, quando A alcançar o final do curso, deve retornar o cilindro B.

Solução A: utilizando válvulas direcionais de 5/2 vias, com acionamento por duplo servocomando que memoriza o último acionamento.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e permita a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K2, ligado em série com o botão S1, e liga o solenóide Y1. Ao mesmo tempo, o contato fechado 11/12 do botão S1 abre e impede que o solenóide Y2 seja ligado. Com Y1 energizado, a haste do cilindro A avança, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos.

Mesmo que o operador soltar o botão S1, desligando o solenóide Y1, o carretel da válvula memoriza o último acionamento e o cilindro A continua avançando. Quando o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K1. O contato 11/14 de K1 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K3, ligado em série, e energiza o solenóide Y3. Ao mesmo tempo, o contato fechado 21/22 de K1 abre e impede que o solenóide Y4 seja ligado. Com Y3 energizado, a haste do cilindro B avança, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre e desliga o solenóide Y1, se este estiver ligado. O contato 21/24 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do botão S1, ligado em série, e energiza o solenóide Y2, desde que o operador tenha soltado o botão S1. Com Y2 energizado, a haste do cilindro A retorna, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

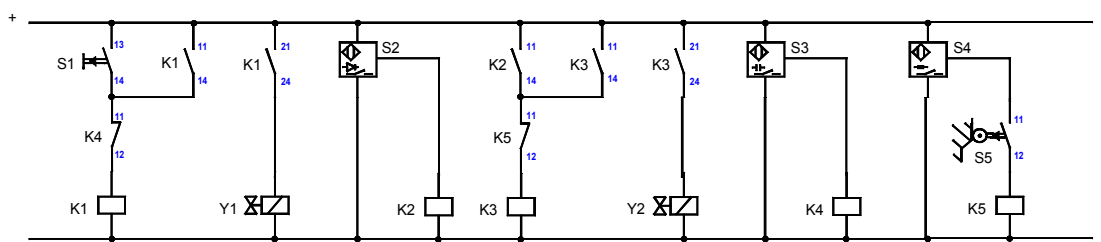
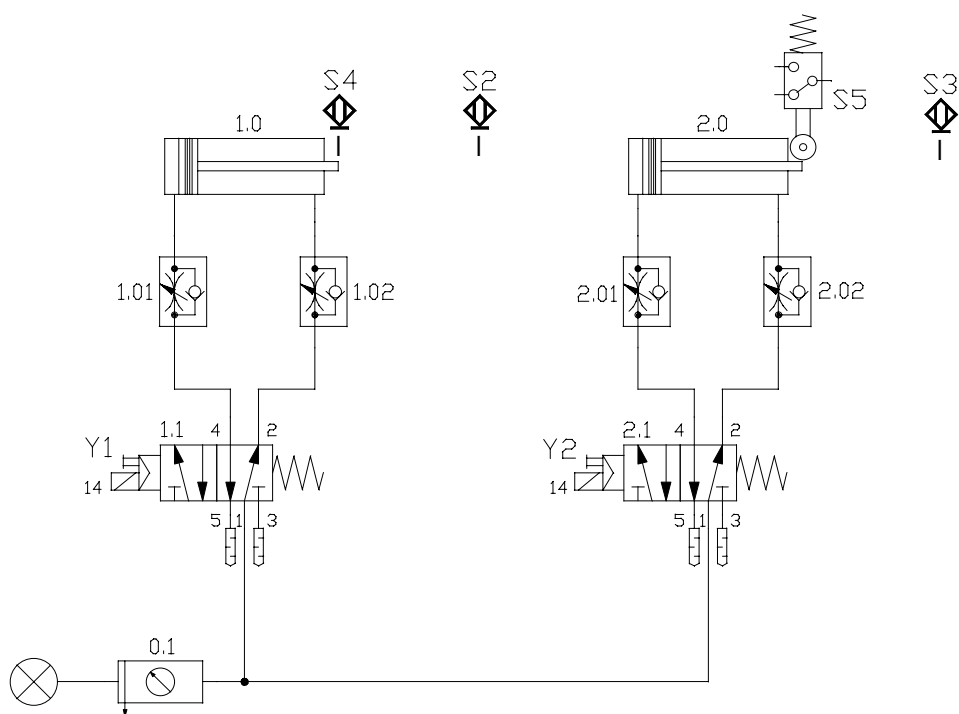
Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K1. Quando K1 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y3 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro B permanece avançado. O contato 21/22 de K1 que havia aberto fecha e permanece aguardando um sinal do relê K3 para que Y4 seja energizado.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre e não permite que o solenóide Y3 seja energizado. O contato 21/24 de K3 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K1, ligado em série, e energiza o solenóide Y4. Com Y4 energizado, a haste do cilindro B retorna, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1. O contato 21/24 de K2 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y2 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro A permanece recuado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K3. Quando K3 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha e permanece aguardando um sinal do relê K1 para que Y3 seja energizado novamente. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y4 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro B permanece recuado.

Um novo ciclo de movimentos pode ser iniciado mediante o acionamento do botão de partida S1.

Solução B: utilizando válvulas direcionais de 5/2 vias acionadas por servocomando com reposição por mola.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K4, ligado em série com o botão S1, e energiza o relê K1. Quando K1 é ligado, seu contato 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1 de forma que, mesmo que o operador solte o botão S1, o relê K1 permanece energizado. O contato 21/24 de K1, por sua vez, liga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A avance, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Assim que o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o contato 11/12 da chave fim de curso S5 permanece aberto, mantendo desligado o relê K5.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato 11/14 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K5, ligado em série, e energiza o relê K3. O contato 11/14 de K3 fecha e efetua a auto-retenção de K3 para que, caso o contato 11/14 de K2 volte a abrir, o relê K3 permaneça energizado. O contato 21/24 de K3, por sua vez, fecha e liga o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro B avance, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K4. O contato fechado 11/12 de K4 abre e desliga o relê K1. Quando K1 é desacionado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1. O contato 21/24 de K1 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A retorne, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

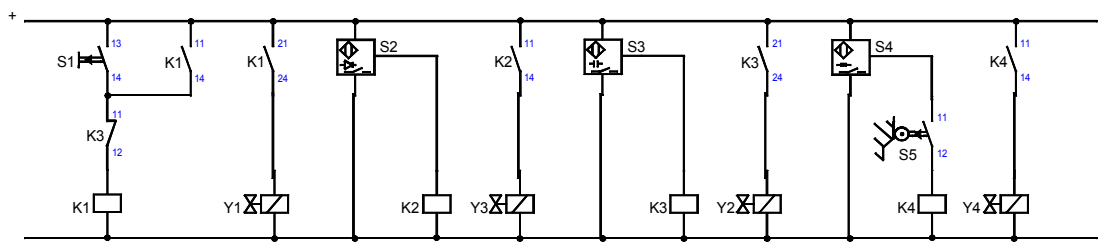
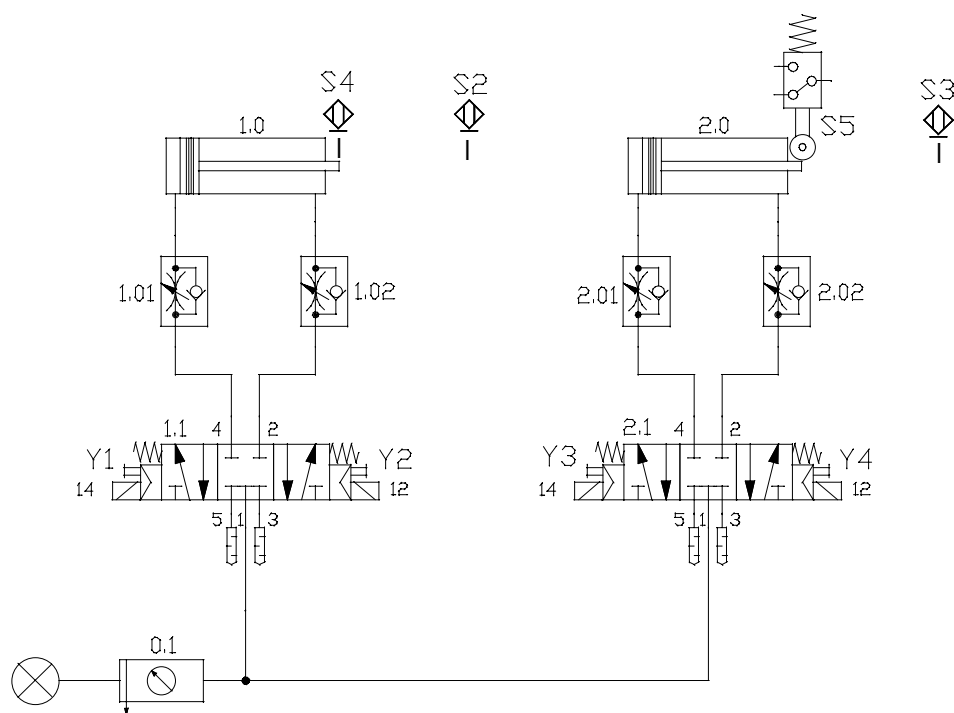
Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre mas a auto-retenção de K3 o mantém ligado, mantendo também o solenóide Y2 energizado e o cilindro B avançado.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K5. O contato fechado 11/12 de K5 abre e desliga o relê K3. Com K3 desativado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga a auto-retenção de K3. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro B retorne, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K4. Quando K4 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K5. Quando K5 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto mas o relê K3 permanece desligado pelo contato aberto 11/14 de K2.

O ciclo é então encerrado e uma nova partida pode ser efetuada mediante o acionamento do botão S1.

Solução C: utilizando válvulas direcionais de 5/3 vias com centro fechado, acionadas por duplo servocomando e centradas por molas.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do relê K3, ligado em série com o botão S1, e energiza o relê K1. Quando K1 é ligado, seu contato 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1 de forma que, mesmo que o operador solte o botão S1, o relê K1 permanece energizado. O contato 21/24 de K1, por sua vez, liga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A avance, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Assim que o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o contato 11/12 da chave fim de curso S5 permanece aberto, mantendo desligado o relê K4.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato 11/14 de K2 fecha e energiza o solenóide Y3, fazendo com que a haste do cilindro B avance, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre e desliga o relê K1. Quando K1 é desacionado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1. O contato 21/24 de K1 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y1. Finalmente, o contato aberto 21/24 do relê K3 fecha e energiza o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro A retorne, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y3, fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro B avançado.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K4. O contato aberto 11/14 de K4 fecha e liga o solenóide Y4, fazendo com que a haste do cilindro B retorne, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

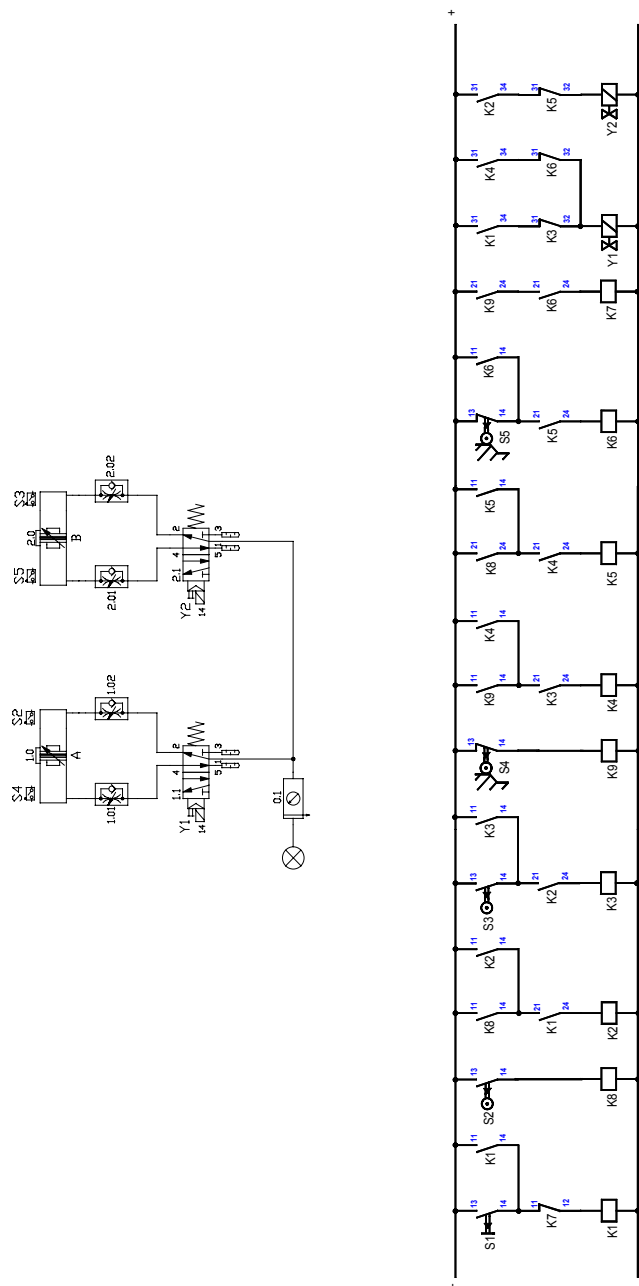
Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K3. Quando K3 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y2, fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro A recuado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K4. Quando K4 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y4 e fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro B recuado.

O ciclo é então encerrado e os cilindros encontram-se novamente na posição inicial, prontos para uma nova partida a qual pode ser efetuada mediante o acionamento do botão S1.

Ensaio 11: quando um botão de partida for acionado, dois cilindros pneumáticos de ação dupla sem haste deverão se movimentar para a direita e para a esquerda, respeitando a seguinte seqüência de movimentos:

A + B + A - A + B - A -

Solução A: utilizando válvulas direcionais de 5/2 vias acionadas por servocomando com reposição por mola.

Quando o circuito elétrico é energizado, apenas o relê K9 é ativado pelo sensor magnético S4, o qual encontra-se acionado no final do curso esquerdo do cilindro A. Os demais relês auxiliares, assim como os dois solenóides, Y1 e Y2, são mantidos desligados pela cadeia estacionária. Assim, as molas das válvulas mantêm os carretéis acionados para a esquerda e os cilindros comandados para a esquerda, prontos para a partida.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K7, ligado em série com o botão, e liga o relê K1. Quando K1 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K1. O contato aberto 21/24 de K1 fecha e habilita o próximo relê, K2. O contato aberto 31/34 de K1 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 31/32 de K3, ligado em série, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional que comanda o cilindro A. Com o solenóide Y1 ativado, o cilindro A se movimenta para a direita pela primeira vez no ciclo, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a se movimentar para a direita, o sensor magnético S4 é desacionado, desligando o relê K9. Quando K9 é desativado, seus contatos 11/14 e 21/24 que estavam fechados abrem sem interferir no comando elétrico pois a corrente já estava interrompida tanto no contato aberto 21/24 de K3, mantendo o relê K4 desligado, quanto no contato aberto 21/24 de K6, mantendo também o relê K7 desativado.

O sensor magnético S2, posicionado no final do curso direito do cilindro A, será acionado duas vezes no circuito, considerando-se que A se movimenta para a direita duas vezes durante o ciclo. Analisando a seqüência de movimentos, podemos perceber que a primeira vez em que S2 for acionado, ele terá que comandar o movimento do cilindro B para a direita e, na segunda vez, exatamente o oposto, isto é, o movimento de B para a esquerda. Por essa razão, o sensor magnético S2 não será montado diretamente na cadeia estacionária. Ele, simplesmente, energizará um relê auxiliar K8 cujos contatos farão a sua parte na cadeia, em dependência do movimento anterior.

Dessa forma, no primeiro acionamento do sensor magnético S2, como K1 vai estar ligado, ele energizará o relê K2, através do contato 11/14 de K8. Já no segundo acionamento de S2, como K4 vai estar ligado, ele ativará o relê K5, através do contato 21/24 do mesmo K8.

Sendo assim, quando o cilindro A chega no final do curso direito pela primeira vez e aciona o sensor magnético S2, seu contato aberto fecha e liga o relê K8. O contato aberto 11/14 de K8 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K1, que se encontra fechado, e liga o relê K2. Já o contato aberto 21/24 do mesmo K8 também fecha mas sem interferir no comando pois o contato aberto 21/24 de K4 continua mantendo o relê K5 desligado.

Quando o relê K2 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K2. O contato aberto 21/24 de K2 fecha e habilita o próximo relê, K3. O contato aberto 31/34 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 31/32 de K5, ligado em série, e liga o solenóide Y2 da válvula direcional que comanda o cilindro B. Com o solenóide Y2 ativado, o cilindro B se movimenta para a direita, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a se movimentar para a direita, o sensor magnético S5 é desacionado e seu contato abre, sem entretanto interferir no comando pois a corrente elétrica já estava interrompida no contato aberto 21/24 de K5, mantendo o relê K6 desligado.

Quando o cilindro B chega no final do curso direito e aciona o sensor magnético S3, seu contato aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K2, que se encontra fechado, e liga o relê K3. Quando K3 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K3. O contato aberto 21/24 de K3 fecha e habilita o próximo relê, K4. O contato fechado 31/32 de K3 abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional que comanda o cilindro A. Com o solenóide Y1 desativado, o cilindro A se movimenta para a esquerda pela primeira vez no ciclo, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a se movimentar para a esquerda, o sensor magnético S2 é desacionado e seu contato volta a abrir, desligando o relê K8. Quando K8 é desativado, seu contato 11/14 que havia fechado volta a abrir sem interferir no comando elétrico pois a auto-retenção de K2 o mantém energizado. O contato 21/24 de K8 que havia fechado também volta a abrir sem interferir no comando pois o contato aberto 21/24 de K4 continua mantendo o relê K5 desligado.

Assim como ocorreu com S2, o sensor magnético S4, posicionado no final do curso esquerdo do cilindro A, também será acionado duas vezes no circuito, considerando-se que A se movimenta para a esquerda duas vezes durante o ciclo. Analisando a seqüência de movimentos, podemos perceber que a primeira vez em que S4 for acionado, ele terá que comandar o segundo movimento para a direita do cilindro A dentro do mesmo ciclo e, na segunda vez que for acionado, S4 terá que desligar a cadeia estacionária, encerrando o ciclo de movimentos da seqüência. Por essa razão, o sensor magnético S4 não será montado diretamente na cadeia estacionária. Ele, simplesmente, energizará um relê auxiliar K9 cujos contatos farão a sua parte na cadeia, em dependência do movimento anterior. Dessa forma, no primeiro acionamento do sensor magnético S4, como K3 vai estar ligado, ele energizará o relê K4, através do contato 11/14 de K9. Já no segundo acionamento de S4, como K6 vai estar ligado, ele ativará o relê K7, através do contato 21/24 do mesmo K9.

Sendo assim, quando o cilindro A chega no final do curso esquerdo pela primeira vez e aciona o sensor magnético S4, seu contato aberto fecha e liga o relê K9. O contato aberto 11/14 de K9 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K3, que se encontra fechado, e liga o relê K4. Já o contato aberto 21/24 do mesmo K9 também fecha mas sem interferir no comando pois o contato aberto 21/24 de K6 continua mantendo o relê K7 desligado.

Quando o relê K4 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K4. O contato aberto 21/24 de K4 fecha e habilita o próximo relê, K5. O contato aberto 31/34 de K4 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 31/32 de K6, ligado em série, e liga pela segunda vez o solenóide Y1 da válvula direcional que comanda o cilindro A. Com o solenóide Y1 ativado novamente, o cilindro A se movimenta para a direita pela segunda vez dentro do mesmo ciclo, dando início ao quarto passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a se movimentar para a direita novamente, o sensor magnético S4 é desacionado outra vez, desligando o relê K9. Quando K9 é novamente desativado, seu contato 11/14 que estava fechado volta a abrir sem interferir no comando pois a auto-retenção de K4 o mantém energizado. O contato 21/24 de K9 que estava fechado também volta a abrir mas continua não interferindo no comando elétrico pois a corrente já estava interrompida no contato aberto 21/24 de K6, mantendo também o relê K7 desativado.

Quando o cilindro A chega no final do curso direito pela segunda vez e aciona o sensor magnético S2 novamente, seu contato aberto fecha e liga o relê K8. O contato aberto 11/14 de K8 fecha mas não interfere no comando elétrico pois a auto retenção de K2 já o mantinha energizado. Já o contato aberto 21/24 do mesmo K8 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K4, que se encontra fechado, e liga o relê K5. Quando o relê K5 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K5. O contato aberto 21/24 de K5 fecha e habilita o próximo relê, K6. O contato fechado 31/32 de K5 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional que comanda o cilindro B. Com o solenóide Y2 desativado, o cilindro B se movimenta para a esquerda, dando início ao quinto passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a se movimentar para a esquerda, o sensor magnético S3 é desacionado e seu contato que havia fechado volta a abrir, sem entretanto interferir no comando elétrico pois a auto-retenção de K3 o mantém energizado.

Quando o cilindro B chega no final do curso esquerdo e aciona o sensor magnético S5, seu contato aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K5, que se encontra fechado, e liga o relê K6. Quando K6 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do relê K6. O contato aberto 21/24 de K6 fecha e habilita o próximo relê, K7. O contato fechado 31/32 de K6 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando novamente o solenóide Y1 da válvula direcional que comanda o cilindro A. Com o solenóide Y1 desativado, o cilindro A se movimenta para a esquerda pela segunda vez dentro do mesmo ciclo, dando início ao sexto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a se movimentar para a esquerda novamente, o sensor magnético S2 é desacionado outra vez e seu contato volta a abrir, desligando o relê K8. Quando K8 é desativado, seus contatos 11/14 e 21/24 que haviam fechado voltam a abrir sem interferir no comando elétrico pois as auto-retenções de K2 e de K5 os mantêm energizados.

Quando o cilindro A chega no final do curso esquerdo pela segunda vez e aciona novamente o sensor magnético S4, seu contato aberto fecha e liga outra vez o relê K9. O contato aberto 11/14 de K9 fecha mas não interfere no comando elétrico pois a auto-retenção de K4 já o vinha mantendo energizado. Já o contato aberto 21/24 do mesmo K9 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato 21/24 de K6, que se encontra fechado, e liga o relê K7. Quando K7 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga o relê K1. O contato 21/24 de K1 que estava fechado abre e desliga o relê K2, o contato 21/24 de K2 que estava fechado abre e desliga o relê K3, o contato 21/24 de K3 que estava fechado abre e desliga o relê K4, o contato 21/24 de K4 que estava fechado abre e desliga o relê K5, o contato 21/24 de K5 que estava fechado abre e desliga o relê K6, o contato 21/24 de K6 que estava fechado abre e desliga o relê K7 e, por fim, o contato 11/12 de K7 que acabou de abrir desligando o relê K1 volta a fechar, encerrando o ciclo e posicionando a cadeia estacionária para uma nova partida.

Solução B: utilizando válvulas direcionais de 5/2 vias acionadas por duplo servocomando do tipo memória.